

9391

Bibl. Jac

IV







9391

IV

M. Smoluchowski

Thermodynamika

Kinetyczna teoria gazu







38/53

I

~~III 12~~  
III 12

Terminy dynamika

1901/2 (rinnu)

i skis kinetynnej seany  
gaint

lato 1902



falls man ein Ventil von ganz  
molekulare Schwankungs-  
instruieren könnte, und dazu sehen  
keine Möglichkeit.

Ähnliche Überlegungen gelten, wenn  
direkt wirkendes Perpetuum mobile  
wollte (Lippmann, Svedberg),  
Art, daß automatisch, ohne äußere  
Geratendifferenzen innerhalb eines  
temperierten Systems hervorgeru-

den. Denken wir uns z. B. einen  
eladenen Luftkondensator. Infolge  
enden Schwankungen der Luftdichte  
mit zusammenhängenden Dielektrizi-

ge ist die Kapazität fortwährend  
unterworfen, also könnte man denken,  
selbstrome influenziert werden, welche  
rde gehenden Verbindungsdraht er-

üßten, und zwar indirekt auf Kosten  
Bewegung der gasförmigen Isolier-

irkllichkeit aber entstehen ohnehin  
in einem molekularen elektrischen  
atische Potentialschwankungen<sup>1)</sup>, in

ut Formel (4). [Siehe auch § 13.]  
ebensogut umgekehrt schließen,  
entialschwankungen eine wechselnde

on und mechanische Bewegung des  
Raums und hierdurch eine Erwärmung  
auf Kosten der Wärme des me-

ers hervorbringen müßten. Ebenso  
es ja, wenn man gewisse Teile  
eit durch Reibung erwärmen wollte,

ie Brownsche Molekularbewegung  
Teilen mittels Verbindungsfäden  
übertragen würde.

t also trotz jener Schwankungen  
Kenntnissen zufolge nicht mög-  
durch irgendwelche derartige Vor-

ne fortdauernde Wärmeansamm-  
n im Gleichgewicht befindlichen  
orzurufen, und es scheint derzeit

on eines dauernd Arbeit liefernd-  
n mobile nicht durch rein techn-  
keiten, sondern durch prinzipielle

geschlossen zu sein.  
esse kurzen Ausführungen sollen  
dazu dienen, diese Behauptung

lausibel zu machen, als eigent-  
kann man nur die Darlegungen  
n Mechanik ansehen. Dieselben

strahlen solche elektrische Systeme natu-  
rdem eine gewisse Energiemenge nach außen aus,  
t schon Einstein darauf aufmerksam gemacht,  
V) eigensche Strahlungsformel mit der Brown-

egung der elektrischen Ladungen zusammen-

gezwungen zu sein, aber trotzdem kann ein  
solches nicht eine dauernde Erwerbsquelle bilden,  
da die zum Gewinn eines Betrags voraussetzt-  
lich erforderliche Zeit im quadratischen Verhält-

nis zur Größe desselben steht<sup>1)</sup>.

1) Der Wahrscheinlichkeitsrechnung zufolge ist die  
Wahrscheinlichkeit, daß unter  $N$  Würfeln um  $m$  mehr  
günstige, als ungünstige, Würfelaugen (oder umgekehrt) gegeben

ist durch  $W(m) =$



1

Termodynamika

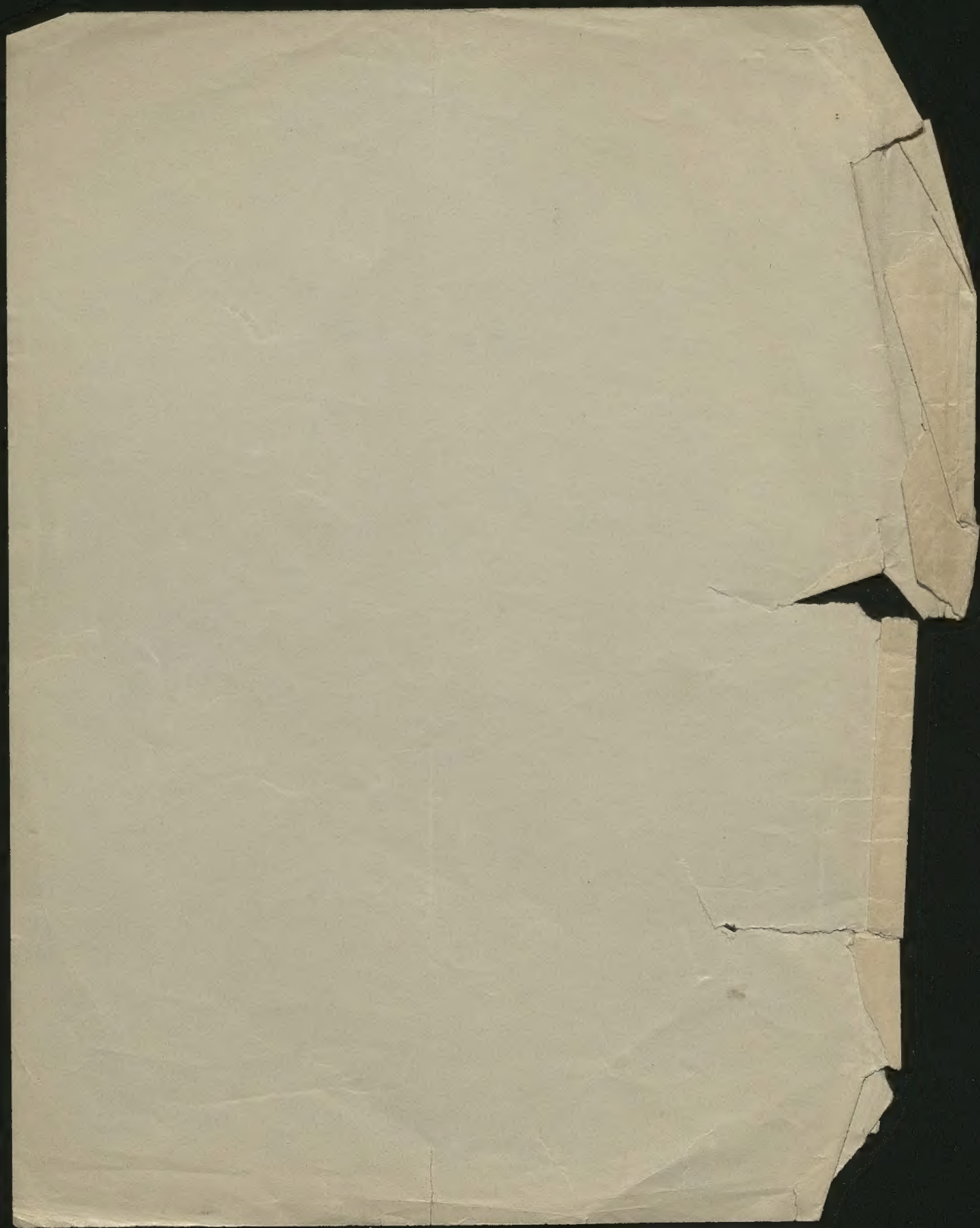
1901/  
2

zima

i Kinet. tempo proces (orka)

lato 1902







Termodynamika (Energetyka) najnowszą teorię fizyki trakt. ~~Albo stwierdzenie~~ 2  
 Zamiast tego, jak dotychczas, do tej sprawy nie przekazywano prawu energetyki termodynamicznej, i  
~~jest to obliczenia energii, odnośnie do energii sprężonego powietrza, jakiego byłby pogląd~~  
~~na energię sprężonego powietrza i inne nowe punkty widzenia: energetyki.~~  
 Ciepła masy Rumpf

Doświadczenie: ~~postron~~ Robert Mayer 1842

dekar - filozof - fizyk, idea di ekolty du krop ~~to~~ (Niklas - Liebig - Ammon)

Wyposażenie równowagi ciepła i pracy mechanicznej

Skazę z drogi i rily ~~to~~  $p \cdot s = Q$

Obliczenie, co prawda, trochę hipotetyczne, oparte na równaniu  $c_p, c_v$

$v = v_0 (1 + \alpha t)$

$Q = (c_p - c_v) \rho v_0 t$

$J = \frac{W}{Q} = \frac{\rho v_0 \alpha t}{(c_p - c_v) \rho v_0 t} = \frac{\rho \alpha}{c_p - c_v \rho}$

$J = \frac{76.980.13.6 \cdot \frac{1}{273}}{0.00129} = \frac{76.980.34}{0.273 \cdot 4.29}$

$c_p = 0.2375$   
 $c_v = \frac{0.1684}{0.0691}$

76.34	25.8
228	89
304	2322
2584	206
	2528

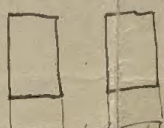
273
92
273
35
24
352

352.173
371
352
246
11
609

$2528 : 609 = 41500.000 \text{ (C.S.S.)} =$   
 92  
 3'  
 4.183.10<sup>7</sup> Ergów  
 1 cal = " 4.183 Joule

praca przy podnoszeniu 1g na  $\frac{41,500.000}{980} \text{ cm}$   
 $= 42300 \text{ cm} = 423 \text{ m}$

Hipoteza: przy tym polepsze na tym że pos  
 mi ośrodków się przez rozprężenie  
 w powietrzu. Tęż Lussac starał się udowodnić to



deklaracja (1807) ale nie wystarczała deklaracji  
 depozytu Joule deklaracji Thoma - Joule



~~Właściwości~~

Wzrost, to jest bodźce, to jest czynnik zewnętrzny i wewnętrzny

Wzrost człowieka jest procesem zewnętrznym, który się odbywa wewnątrz i zewnątrz ciała

Wzrost człowieka jest procesem zewnętrznym, który się odbywa wewnątrz i zewnątrz ciała

Jedyną doświadczeniem, które to udowodnił: Joule (1843, 45)

Różnice doświadczalne odnośnie się do przemiany termodynamicznej, które 2 teorie odwołują się do tej samej zasady

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

i to w dziedzinie fizyki, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Właściwości Joule

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Właściwości Joule

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Właściwości energii mechanicznej, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności

Sadi Carnot 1824 Reflexions sur la puissance motrice du feu

Maszyna parowa, która przekształca energię mechaniczną w energię cieplną na niżej (pod, jak woda) przy pomocy której możemy przetrzymać i przekazywać energię mechaniczną, która jest przetrzymywana i przekazywana, np. elektryczności



Opieru o listach otchich jui nie oflowykt edgi ni i dno do p palyt sig  
 tego puzdu Li pon i i cpi upo samu sie upust u groy mehan.  
 Me iowus nie oflowone | Procs kotory odowduy  
 Krowitlowi puzet mibole II

Opieru Clarus:

Lyto nie moie same puz sig [Hj. bez poy zwotke.] puzie i zinnuzy  
 do riepiznygo ciota, Entropia

Acie zowu zowu L W Thomson zowu ciota tuz

cyndro tobi Helmholtz 2 zowuowan do troy nanyt pany  
 wye mfanowicie panyt i kuzynig i ciay

Thomson panyt: temp. kuzynig i zowuie jinku kuzynig i wye

Kirchhoff Rothery Moorings 1858

Libb 1878

Theraps gawo panytowan

Wstyp mehanizmy, dyp sity etc.

$$dW = P ds. w q = X dx + Y dy + Z dz$$

Nip. u panyzanie

$$dW = X dx + Y dy = q(x, y) dx + \varphi(x, y) dy$$

$$W = \int dW \quad \text{dwa panytloki: jizilo} \quad \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

$$W = -F(x, y) \text{ mnt}$$

2



$$N_{11} \quad X = ax^2y \quad Y = ax^2y + by^2$$

$$X = f(x), \quad Y = f(y)$$

$$\frac{\partial X}{\partial y} = 2axy = \frac{\partial Y}{\partial x}$$

$$X = ax \sin by$$

$$Y = \frac{abx^2}{2} \cos by$$

$$X = ax^2y^2$$

$$Y = ax^2y^2$$

Można ~~nie~~ można  
kie całkować

Własności występują  
proporcjonalnie

np. W nie może być oznaczone jako funkcja  $x$ , jeżeli to znamy niezależnie  
jako się jednak przejawia jakoś relacja między  $x$  to niezależnie czy  
całkowanie jednej z drugiej

$$W = \bar{I}(x, y) + \text{const}$$

Znaczenie mechanizmu

I



prosto zależo tyżko od położenia 1, 2

$$W_1^2 = -\bar{I}_1(x, y) + \bar{I}_2(x, y)$$

$$X = -\frac{\partial W}{\partial x}$$

$$Y = \frac{\partial W}{\partial y}$$

II

Ale nie o kontakt dróg

3 parametry

$$\text{jeżeli } \frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial Y}{\partial x}$$

$$\frac{\partial X}{\partial z} = \frac{\partial Z}{\partial x}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial z} = \frac{\partial Z}{\partial y}$$

$$\text{to } dW = dF_{xyz}$$

$$x^2 y z^3$$

$$N_{11} X = 2xy z^3$$

$$Y = 3x^2 z^3$$

$$Z = 3x^2 y z^2$$



$$\left. \begin{aligned} m \frac{dx}{dt} &= X \\ m \frac{dy}{dt} &= Y \\ m \frac{dz}{dt} &= Z \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{m}{2} \left[ \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \left( \frac{dy}{dt} \right)^2 + \left( \frac{dz}{dt} \right)^2 \right] = \int X dx + Y dy + Z dz + \text{const}$$

$$\frac{m}{2} v_2^2 - \frac{m}{2} v_1^2 = \int_1^2 \uparrow$$

$$\text{jerini } I_{\text{sta}} = -F(x, y, z) + F(x, y, z)$$

$$\frac{m}{2} v_1^2 + F(x, y, z) = \frac{m}{2} v_2^2 + F(x, y, z)$$

Suma energije pot.: i kinet. stanja, sily toki: zachovane

Oprezba: sily ~~sta~~ centralne

$$X = \sum f(r) \frac{x-y}{r^2}$$

$$\frac{\partial X}{\partial y} = \sum \frac{f'(r)}{r^2} \frac{(x-y)(y-y)}{r^2} - f(r) \frac{x-y(y-y)}{r^3} = \frac{\partial Y}{\partial x}$$

$$Y =$$

$$Z =$$

$$X dx + \dots = \sum f(r) \frac{dr}{dr} dx + \dots$$

$$W = \int \sum f(r) dr$$

Nip. Brantava

Tokamo toku jerini System punktov: Suma energije sta vgr. toku ~~sta~~

Many brugholme: Eng

$$1 \text{ kg-m} = 98 \cdot 10^6 \text{ Ey}$$

$$1 \text{ HP} = 75 \text{ kg-m} = 736 \text{ Watt}$$

$$1 \text{ Watt} = 10^7 \text{ Ey}$$

$\frac{10 \cdot 10}{1200} = \text{efekt} = \text{deluhozi}$

$$\text{Tokuh} \quad \frac{400 \cdot 70}{60 \cdot 60} \text{ kgm}$$



Helmholtz: wszystkie natężenie całkowite ~~z zachowaniem~~ energii mechanicznej  
 ale tylko: energia mechaniczna = energia ruchów wzdłużnych  
 w płaszczyźnie = " " w kierunku

Maxwell: całkowite natężenie f.t. causa efektu to f.t. płaszczyzny prostej

Joule: empiryczne rezultaty

Uformułowanie moty.: jeżeli żaden sw. prąd to  $dQ = dU$  na granicy sw. prądu

wzajemnego przemieszczania:

$$dQ = dU + dW$$

n.p. zmiana stanu skupienia

dla ciała ciałego

↓ wartość k.p.t. mechanicznej = energia kinetyczna i pot. mechaniczna

Przy tym  $Q$  i  $W$  muszą być mierzone tym samym systemem

Najdogodniejszy CS, wtedy jednostka  $Q$  :  $\frac{1 \text{ cal}}{4.186}$

~~Jeżeli energia się~~

$dW$  (najogodniejszy przypadek) polega na przesunięciu ciał z jednego położenia do drugiego



$$dW = \sum p \cdot dV = p \sum dV = p dV$$

Najogodniejsza forma:  $dQ = dU + A p dV$

To tworzy podstawowe obliczenia

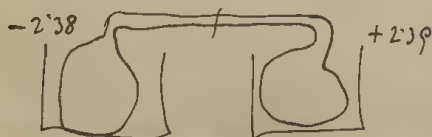
1.  $dU = dU_1 + dU_2$

2.  $dU = dU_1 + A p dV$

U zależy tylko od  $\theta$ , czy tożsamość?

Czy  $dU_1 = dU_2$ ? albo, co to samo, czy  $\frac{dU_1}{dT} = \frac{dU_2}{dT}$

Odpowiedź: Guy-Lussac i Joule: że - ponieważ nie opiera się na energii objętości



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.

(wspieranie i porównanie. wszystkie do miar)



Harry's own way: supertone digits took in, declination as law turned.

*I mugi'*

2 ...

Do kłutychi słona ogień — w stronę, taksi drągo, ale tutaj ona mi odpowiada nie  
co do podkoni tylko słomki w której zmienia następną

Letter three:

2  
(2)

Jun. III

Clausius ~~König~~ Nathan Th. d. U.

$$-30 \quad + 0.72$$

Turner, Rühlmann,

0 0

Kochhoff Wärme Hebrakulte

+30      -0.702

Planck Thermodyn.

60 -0.096

Cost Thermody.

90 -0.024

120 ~~10.00~~ + 0.05

Jagur Wärme

150 + 0.41

Diekmann Zu potential der modgen

 $+180$ 

Low 0.07

Math Wonne

Winkelman

Com. in Thermodynamic

Marvell seat

Am. ...

Weymouth



$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d}{dt}$   
 $\frac{1}{2} \frac{d}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d}{dt}$   
 $\frac{1}{2} \frac{d}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d}{dt}$



Poppie Temperance

naše výplně zmrzlých, rovné temp. jiné dříve byly srovnány  
sily měl rovné množství hmoty jakožto rovné množství z ní z temp.

$$v_1 = v_2$$

27 terms.

$$v = f_1(\theta)$$

$$\theta = \varphi(v)$$

ole to rozpuszaniu innych podziałek anod. np. atyżoju. i an.

be today morning a person is the same kar alk. <sup>or jump fourth line</sup> a is the thing, we produced in morning ~~that~~ we

major punkt 0 d storge 4200 par. 11-11

cross the under the negative by the column of the jakni indy. wds stressing.

possess. term.

zwykle Hg lub powietrze.

Jezy wogole mowi wam wyzej wzmianka bez mowim na wiaz, zatem kazni wyje  
poin do ty wogole wcia

Różnica między dwoma wariantami punktu 14a. kondensacji:

Ha tipo tri sbera is my viltung' doh. H<sub>2</sub> but dha mch tuz. H<sub>2</sub>

Przy tym jednak jasne musimy być, nie chcąc, żebyśmy zbyt daleko poszli w odwołaniu się do

7. to v. tu novob rucny - uigra nis tsh turon jasovzhi.

kr. ~~1144~~. (1 + 2) 0.00 158

ster eth.  $C_4H_{10}O$

alk. sol.  $C_7H_6O$  0.00104

Anti  $C_{6.72}N$  0.00082

Pincol C. 146 1100 1118

CC

00444  
 00444

12-10-1960 40 1190 0-00000

Ag 0-000 18

1.00000095

140  
120

AR 200 A  
170

10/2

$$\alpha = \frac{1}{v} \frac{\partial v}{\partial \theta} \quad \beta = \frac{1}{\lambda} \frac{\partial \lambda}{\partial \theta} \quad W_L \quad 26673$$

$H_2$       0.003668       $\rightarrow$       3661

low 3665 3671

CO<sub>2</sub> 3690 3710

CO	3007	3669
----	------	------

SO <sub>2</sub>	3670	3902
-----------------	------	------

gata naristina zardnisi namusya

zatem napisana zgodnie z numeracją

dovolno uspe. H<sub>2</sub> (lub H<sub>2</sub>)

$$\frac{1}{273} = 0.0036630$$



niezależności i innych spraw na jego  
miejscu ~~wieloletni~~ redaktorów

opine transukti.

pogethoro nie obcinano i temp.

Wzrost. tęg podobni jak <sup>po</sup>~~in~~ z brzośnie pięciopięt do  
20 cm. waga 100 g. w otoczeniu na nioży

1. pojmenování cizlne

Opisując ciekło 2 razy tobie wielkie powoda 2 razy tygi nite

ošte dani sig cestov peribn mirovne i sig ~~per~~ sigto dani

1). *Nitida* ~~nitida~~ *stygia*

do the potting  
fidno the wile = helye 15

Vol 1

$$M_1 c_1 \theta_1 + M_2 c_2 \theta_2 = (M_1 c_1 + M_2 c_2) \theta_3$$

$$f_3 = \dots$$

$$c_2 = \dots = \frac{M_1 c_1 (\theta_1 - \theta_3)}{M_2 (\theta_3 - \theta_2)}$$

Juni Black wistkondt ze istulije d.w. utofone cipek

Wegy idje mi enked del utyja nyhais to vsoth tang.  
murethy bi' stely



Dokładniej nie dowie. Jeśli Thomson wprowadzi ugiętość ze stałą bryła nieporówna, a  
 ale z wielkimi przybliżeniami. Wtedy tego typu pędzi omówimy. (I rozdział)

Temperaturę wyrażamy przybliżeniem gęstości i ciśnieniem:  $\frac{\partial \mu}{\partial v} = 0$

$$C d\theta = c d\theta + A_p dv \quad (p \text{ constant})$$

$$T = \frac{1}{A} = \frac{p dv}{(C-c) d\theta}$$

$$p v = R \theta$$

$$p dv = R d\theta$$

$$R = \frac{p v}{\theta} = \frac{p}{\rho \theta}$$

$$= \frac{R}{C-c}$$

$$C-c = AR$$

Pracę bogactwa: przy tej samej

ciężkości i przy tej samej temperaturze

wyższej gęstości i ciśnieniu

zatem wyrażamy ugiętość formułą, w której ciśnienie, aby obliczyć

Rozszerzanie i zgniatanie gęstości i ciśnienia

Isotermiczne:  $v = \frac{R \theta}{p}$

Adiabaticzne:  $0 = c d\theta + A_p dv \quad p = \frac{R \theta}{v}$

$$c d\theta = - \frac{A R \theta}{v} \frac{dv}{v}$$

wzrost ciśnienia temp. jeżeli przybliżenie

$$c \frac{d\theta}{\theta} = - A R \frac{dv}{v}$$

$$\left. \begin{aligned} c \ln \theta &= - A R \ln v + \text{const.} \\ c \ln \theta_0 &= - A R \ln v_0 + \text{const.} \end{aligned} \right\} c \ln \frac{\theta}{\theta_0} = - A R \ln \frac{v}{v_0}$$

$$A R = C - c = c \left[ \frac{C}{c} - 1 \right] = c(k-1)$$

$$\ln \frac{\theta}{\theta_0} = (k-1) \ln \frac{v}{v_0}$$

k dla  $H_2, N_2, O_2, CO_2$  itp. 1.66

$H_2, N_2, O_2$  itp. 1.41

$CO_2$  1.3

$$\frac{\theta}{\theta_0} = \left( \frac{v}{v_0} \right)^{k-1}$$

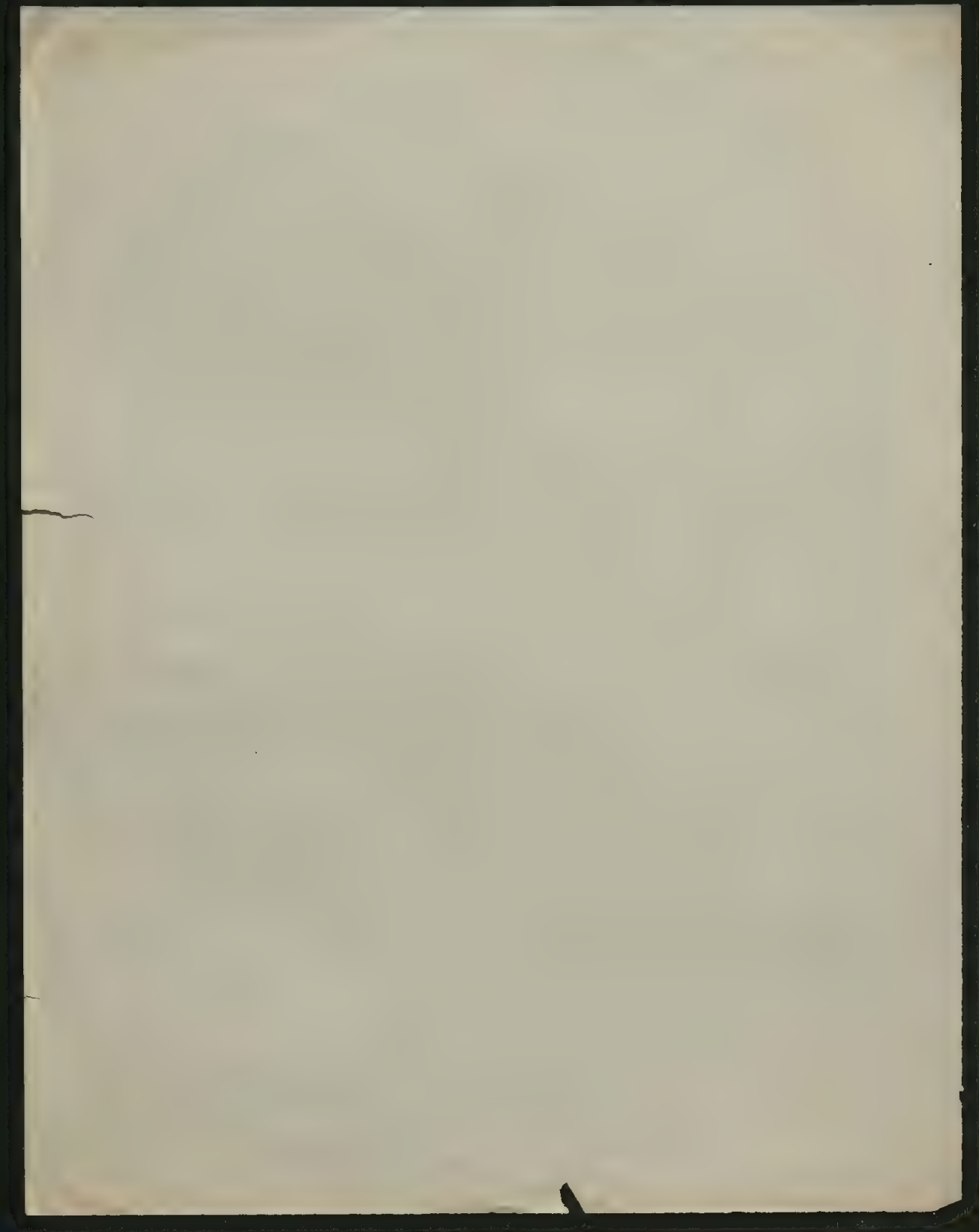










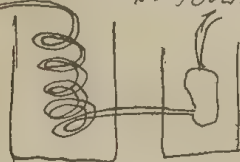




Każda polega na mierzaniu  $k$

9  
3

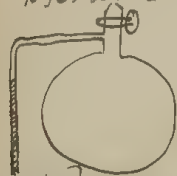
Cieplota właściwa: Reymont sk. przepływu gazu ograniczone przez kolorymetry



Me c wiele trudniej; nie ma zamykania naczyń  
tylko metody pośrednie:

$$\begin{aligned} p_1 v_1^k &= p_2 v_2^k \\ p_1 v_1 &= p_2 v_2 = p_3 v_3 \\ v_2 &= v_3 \end{aligned} \quad \left| \begin{aligned} 1-k &= \frac{p_2}{p_1} \\ 1-k &= \frac{p_3}{p_2} \end{aligned} \right. \quad \left| \begin{aligned} p_1 &= \frac{p_2}{p_3} \end{aligned} \right.$$

Wskazanie z wyrażeniem  $\alpha$  i  $\alpha$  do obrotu



Clement & Desormes  
Casin  
Röntgen  
(1819)

Najprościej powietrze wprawione, potem  
wprowadza się i znów samych się kurczy  
stąd proste granice i wyznaczenie  $\alpha$  i  $\alpha$

To same zjawisko jest przyczyną zmniejszenia się temp. w wysokich warstwach  
atmosfery.



$$(p_x + \rho g_x - p_y) dx dz + p g dx dy dz = 0$$

$$\frac{dp}{dy} = -\rho g$$

$$\rho_0 k \frac{p^{k-1}}{\rho_0 k} \frac{dp}{dy} = -\rho g$$

$$\rho^{k-2} dp = -\frac{g \rho_0}{k \rho_0} dy$$

$$\left(\frac{p}{\rho_0}\right)^{k-1} = -\frac{g(\rho_0)^{k-1}}{k \rho_0} y + \text{const}$$

$$\begin{aligned} \frac{\theta}{\theta_0} &= \left(\frac{v_0}{v}\right)^{k-1} \\ p v &= R \theta \\ p_0 v_0 &= R \theta_0 \\ \frac{p}{p_0} &= \left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)^k \end{aligned}$$

$$R = \frac{p_0}{\theta_0 \rho_0}$$

$$\frac{0.4}{1.4} \cdot \frac{980 \cdot 273 \cdot 0.00129}{76 \cdot 136 \cdot 980}$$

$$= \frac{2}{7} \cdot \frac{273 \cdot 1.29 \cdot 10^{-6}}{39} = 1.01 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\theta}{\theta_0} = -\frac{k-1}{k} \frac{g}{R \theta_0} y + \text{const}$$

$$\theta = \theta_0 - \frac{k-1}{k} \frac{g y}{R}$$

zgodnie liniowy

na 100m 10 stopni



Wzrost ciśnienia  $\Delta p$  0.560 na 100 m

granca atmosfery nie istnieje w skutek zmiany warunków, promieniowania itp.

Jedni istotniejsze wyrażenie: ciśnienie  $p$  zmienia się zgodnie z równaniem  $p v = p_0 v_0$

$$p v = R \theta \quad p = \rho v T = \frac{R \theta}{v}$$

$$dH = dH + A p dv = A R \theta \frac{dv}{v}$$

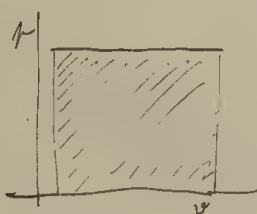
$$Q = A R \theta \lg \frac{v}{v_0} \quad \text{ciepło które trzeba było „dodać”}$$

$$= A p_0 v_0 \lg \frac{v}{v_0}$$

$$q_{v_0} = \text{ciepło na } 1 \text{ cm}^3 = A p_0 \lg \frac{v}{v_0} \quad \text{niezależnie od materii i stanu}$$

Praca wykonana przy tych przemianach objętości:

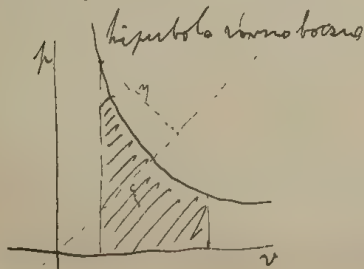
1). ~~Izotermiczna~~ Izotermiczna  $p = \frac{c}{v}$



$$W = \int p dv = p (v_1 - v_2)$$

2). Izotermiczna  $\theta = \text{const}$   $p v = p_0 v_0$

$$W = \int p dv = R \theta \int \frac{dv}{v} = R \theta \lg \frac{v_0}{v} \quad (\text{naturalny logarytm} = \frac{Q}{A})$$



$$\xi = \frac{p_1 + p_2}{\sqrt{2}} \quad p = \frac{(\eta + \xi)}{\sqrt{2}}$$

$$\eta = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{2}} \quad v = \frac{\xi - \eta}{\sqrt{2}}$$

$$p v = \text{const}$$

$$= \frac{\xi^2 - \eta^2}{2}$$

$$\xi^2 - \eta^2 = \text{const}$$



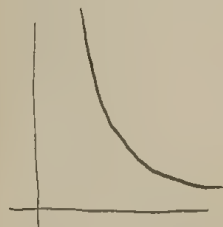
3). Adiabatyka:

$$\delta Q = du + \delta W = 0$$

11

$$\left(\frac{p}{p_0}\right) = \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^k = \left(\frac{v_0}{v}\right)^k$$

$$W = \int p dv = \int p_0 v_0^k \frac{dv}{v^k} = \frac{p_0 v_0^k}{k-1} v^{k-1} = \frac{p_0 v_0}{k-1} \left(\frac{v_0}{v}\right)^{k-1} = \frac{R \theta_0}{k-1} \left(\frac{v_0}{v}\right)^{k-1}$$



$$= \frac{p_0 v_0}{k-1} \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v}\right)^{k-1} \right] = \frac{R \theta_0}{k-1} \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v}\right)^{k-1} \right]$$

$$= \frac{R \theta_0}{k-1} \left[ 1 - \frac{\theta}{\theta_0} \right] = \frac{R (\theta_0 - \theta)}{k-1}$$

~~Prędkość dźwięku zależy od temperatury~~

$$\frac{\theta}{\theta_0} = \left(\frac{v}{v_0}\right)^k$$

~~$\frac{v}{v_0} = \infty \quad \frac{\theta}{\theta_0} = \infty ?$~~

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$$

~~Prędkość dźwięku~~

~~$v_a = \text{długość fali}$~~

~~$v_b = \text{prędkość fali}$~~

~~$v = v_a + v_b$~~

~~$v_0 = v_a + v_b$~~

~~$v = f(x, t)$~~

~~$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \rho \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$~~

$$\frac{v}{v_0} = 1 + \frac{v_a}{v_0}$$

przy przesunięciu o  $dz$ :

$$p ds = g dz$$

$$\frac{p_0 v_0^k}{v^k} dv = g dz$$

$$p_0 \frac{v_0^k}{v^k} dv = g dz$$

$$\frac{v^{k+1}}{k+1} = \dots$$

$$\delta Q = c dt + A p dv$$

Praca kolumny wywołana przez zwichnięcie:



$p dv$

"Praca Carnota" między 2 isoch. 2 adiab.



$$\delta Q = c dt + A \left( g \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial t} \right)$$

$$p \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{\partial v}{\partial t}$$

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^k = \left(\frac{v_0}{v}\right)^k$$

$$= \left(1 + \frac{v - v_0}{v_0}\right)^{-k} = 1 - k \frac{v - v_0}{v_0}$$







Wzr. wydegnął wszystkich iżarisk odwracających równo, zatem tylko funkcje  $(\Phi_1, T_2)$   
 a wydegnął iżarisk nie odwracających już mniejszo.

Inny dowód, używający twierdzenia Thomsona: ~~Praca~~ Praca nie może być  
 wytworzona kosztem najzimniejszego źródła ciepła.

I). Przemiana dodatkowa

$$\left. \begin{array}{l} \text{pochl. } Q_2 \rightarrow T_2 \\ \text{odd. } Q_1 \rightarrow T_1 \end{array} \right\} \text{Praca} \text{ energia mechaniczna energia } (Q_1 - Q_2) = W$$

II). Przemiana (obrotowa) wymiana

$$\left. \begin{array}{l} \text{pochl. } q_1 \rightarrow T_1 \\ \text{odd. } q_2 \rightarrow T_2 \end{array} \right\} \text{Praca wytwor. } J(q_1 - q_2) = W$$

tuż ostatni  $Q_1 = q_1$

zatem ostatni powstała praca  $W = J(Q_2 - q_2)$  kosztem stroni ciepła

$Q_2 - q_2$  wydanej przez mniejszą temperaturę co

Według Thomsona nie ~~może być~~ <sup>możliwe</sup> dodatkowej ~~wielkości~~, więc

$$Q_2 - q_2 \geq 0 \quad \therefore Q_2 \geq q_2$$

~~$$Q_2 - Q_2 = Q_1 - q_1 = 0$$~~

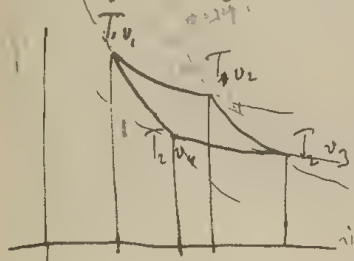
$$\frac{Q_2}{Q_1} \geq \frac{q_2}{q_1}$$

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1} \leq 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

$$M \geq m$$



Procesowi udefiniować równo dla wszystkich przemian odwracalnych, więc wyznaczmy  
 obliczyć je dla jednego rodzaju pr. (i dla danego materiału)



proces odwracalny i praca odwracalna

$$\Phi_1^2 = R \theta_1 \ln \frac{v_1}{v_2}$$

$$\Phi_2^3 = 0$$

$$\Phi_3^4 = R \theta_2 \ln \frac{v_3}{v_4}$$

$$\Phi_4^1 = 0$$

Należy wyznaczyć pracę do punktu równowagi:

1).  $\frac{v_1}{\theta_1}$

2).  $\frac{v_2}{\theta_2}$

3).  $\frac{\theta_2}{\theta_1} = \left(\frac{v_2}{v_3}\right)^{k-1}$

4).  $\frac{\theta_2}{\theta_1} = \left(\frac{v_4}{v_1}\right)^{k-1}$

z równań

$$p_1 v_1^k = p_2 v_2^k$$

$$p_2 v_2^k = p_3 v_3^k$$

$$p_3 v_3^k = p_4 v_4^k$$

$$p_4 v_4^k = p_1 v_1^k$$

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{v_1}{v_2} \cdot \frac{v_3}{v_4} = \left( \frac{v_2}{v_3} \right)^{k-1} \cdot \left( \frac{v_4}{v_1} \right)^{k-1} \\ & \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} \cdot \left( \frac{v_3}{v_4} \right)^{k-1} = \left( \frac{v_2}{v_3} \right)^{k-1} \cdot \left( \frac{v_4}{v_1} \right)^{k-1} \end{aligned} \right.$$

$$v_1 v_3 = v_2 v_4$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_4}{v_3}$$

określenie temperatury  $\theta_2$  w drugich punktach  
 równowagi przemiany adiab. między:

zatem:  $\frac{v_2}{v_3} = \frac{v_1}{v_4}$

więc  $\frac{v_2}{v_3} = \frac{v_4}{v_1}$

$$\text{więc } \Phi_1^2 - \Phi_3^4 = W = R \left( \theta_1 \ln \frac{v_1}{v_2} - \theta_2 \ln \frac{v_3}{v_4} \right) = R \theta_1 \ln \frac{v_1}{v_2} +$$

$$= R (\theta_1 - \theta_2) \ln \frac{v_1}{v_2}$$

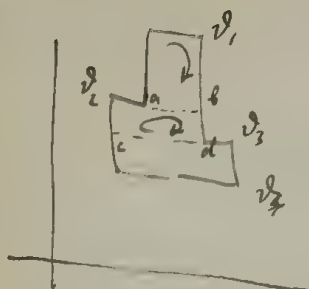
$$m = \frac{\Phi_1^2 - \Phi_3^4}{\Phi_1^2} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_1} = 1 - \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

tenże proces jest: stopniem wyższe (pob. = stopniem temperatury między  
 którym się odbywa proces tenże.

Wyznaczyć ten współczynnik, że  $\theta_1$  [bo  $\theta_2$  wyższe = temp. stopnia, dana] [para przegrzana!  
 Rotor Diesel!]







$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_{21}}{T_2} = 0$$

$$\frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_{23}}{T_2} + \frac{Q_{34}}{T_3} = 0$$

$$\frac{Q_3}{T_3} + \frac{Q_4}{T_4} + \frac{Q_{41}}{T_1} = 0$$

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} + \frac{Q_4}{T_4} = 0$$

Wyprowadzenie wzoru dla pracy w procesie  
izotermicznym. Przypuśćmy, że mamy idealny gaz i  
chcemy go rozprężać izotermicznie. Wtedy temperatura  
pozostaje stała, a gaz wykonuje pracę. Wzór na pracę  
w procesie izotermicznym dla gazu doskonałego to:

$$\sum \frac{Q}{T} = 0$$

$$\int \frac{\delta Q}{T} = 0$$



funkcja



$$\int_1^2 = \int_1^2$$

niezależnie od drogi

$$\int_0^1 \frac{\delta Q}{T} = h(1) = S$$

definiujemy entropię jako funkcję stanu

$$\frac{\delta Q}{T} = dS \quad \text{dla } p, v, T$$

$S_1 = S_2$  oznacza ||  $\int \delta Q$  nie zależy od drogi

zauważmy, że procesy izotermiczne i adiabatyczne są odwracalne, dlatego możemy wyznaczyć entropię dla dowolnego procesu. Jeśli mamy procesy 1-2 i 2-3, to możemy wyznaczyć entropię dla procesu 1-3, niezależnie od tego, czy jest to proces izotermiczny, adiabatyczny, czy inny.

Wzór na entropię dla gazu doskonałego:  $S = nR \ln \left( \frac{v}{v_0} \right) + C$

Wzór na entropię dla ciała stałego:  $S = nR \ln \left( \frac{T}{T_0} \right) + C$

złoty. mas  $\downarrow$

$$Q_1 - Q_2 = P$$

zanoszący i wych

$$q_1 - q_2 = p$$

$T_1$  pod.  $Q_1 - Q_2$  jeżeli  $q_1 - q_2 = 0$  to:

$$Q_1 = Q_2$$

$$\text{Praca postępu} = P - p = Q_1 - Q_2 - q_1 + q_2$$

$$= q_2 - Q_2$$

dyktuje wykonanie i jest to postępowanie z refleksją

minimale

$$q_2 - Q_2 \leq 0$$

$$q_2 \leq Q_2$$

$$M = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} \geq \frac{Q_2}{Q_1} \quad \frac{Q_2}{Q_1} \leq \frac{Q_1}{Q_1}$$

$$M \leq m$$

↓  
złoty. postępowanie > minimalne.

zatem obliczenia:

$$M = f_1(T_1, T_2) \quad \text{jeżeli przyjmujemy temperaturę wlotową pawa B. Ch.}$$

to samo

ideologia naszego działania:

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

można to uwarunkować takimi obrotami i ujęć to minimalne temperatury która by się pojawiła

jeżeli ich nie ma pod warunkiem

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$$

jeżeli jeżeli wych <sup>postępowanie</sup> +

zatem -

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$$



O mierzeniu temperatury.

Jaony punkt.

Zapomnij rozszerzanie się ciała. Ale co kiedy one o różny sposób się rozszerzają?

Łyżka niegro się bę to „ono rozszerza się najrównomierniej z temp.”

To jest nonsensem jeśli się nie podało innej definicji temperatury.

Rozszerzenie górnego stosunkowo mało różniące np. przegrzewający dla górnego trudno się skupiających

0°-100° dla powietrza	0.36654	0.36706
N <sub>2</sub>	0.36682	
H <sub>2</sub>	0.36678	0.36613
CO	0.36667	0.36688
CO <sub>2</sub>	368.96	370.99

przewodność cieplna, jaka dyktuje się przewodność dyktuje

się rozprzestrzenia ↑ \* małe różnice,

dla tego skonstruować się termom. powietrzne mierzą różnice // w konstrukcji stosować różnicę  
Jolly etc.

Porównanie z termom. rtęziowym (Reynault, Beckmeyer, H<sub>2</sub> Phys. tech. Beobacht.)

Np. temperatury na tym termom. (Jena)

	$\frac{T-t}{T-t_0}$
0°	0.000
50°	-0.107
100°	0.000
150°	+0.10
200°	-0.04
250°	-0.63
300°	-1.91

Właściwość mała tylko różnica

co prowadzi do tego odnosi się nie do różnicy samych ale w nożycach

składowych

Rozszerzenie rtęzi samych Jolly x Petit

0-10° : 1813

50-60° : 18194

90-100° : 18253

200° : 18402

300° : 18653



przebiegiem  $\frac{1}{55}$  od 0°-100°

Me to jeszcze mi wystarczy, żebyś mi o wartości temp. co raz zmieniają się w czasie  
możesz pisać, wreszcie skończysz. Co wtedy?

Me na owo prawi o do wydojności prądu, którego można opisać do-  
podobnie bez względu na temperaturę

Kelvin (1854)

$$\log' m' = f(t_1, t_2)$$

~~$\frac{\theta_1}{t_1} + \frac{\theta_2}{t_2}$~~

N.p. między  $0^\circ$  i  $100^\circ$ :  $1 - m_0^{100} = \frac{\theta_1 - 100}{\theta_1} = 1 - \frac{100}{\theta_1}$

$$1 - m_1 = \frac{\theta_1}{\theta_1}$$

$$1 - m_2 = \frac{\theta_2}{\theta_2}$$

$$m_0^{100} = \frac{100}{\theta_1} \quad \text{z tego już otrzymujemy } \theta_1$$

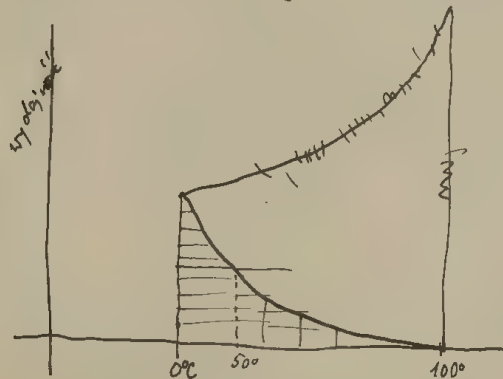
$$50^\circ - 100^\circ$$

$$m_0^{50} = \frac{50}{\theta_1}$$

etc.

Naturze nie byłoby doświadczenia sprawnie mierzenie wydojności rzeczywistych  
procesów doświadc. Wtedy lepiej niż np. doświadczenia mierzenia stanu gazu (wtedy  
dowolnej skali) i z tego obliczyć wydojność i zredukować dobowe podmioty  
na to bez względu.

Oskarża się, że podziałka gazu (mianow.  $t_H$ ) nadaje doświadczenie (na  $\frac{1}{10}^\circ$ )  
równa 2 bez względu na to, czy to jest bardzo doświadczenie p.v. = R.8)



to wynika mianowicie z doświadczenia

John-Thomson

Według Gullana  
Długość międzynarod. podziałki  
wskazuje  $t_H$  i  $\dots < \frac{1}{100}^\circ$

Długość podziałki temp.



wzrosty Choppin  $\alpha_{H_2} = 0.0026625$

- 273004 // różnicy  $N_2 - H_2$  mieszanek a  $N_2$  czystego 19

Termometr jezowy  $H_2$  tworzy mieszaninę w podłożu nie wygaszając, zatem  
wzrost w mierzonym termom. stopniowo.

~~Wzrost termom. stopniowo. w podłożu mieszaniny~~

### 1. Kalibracja

### 2. Oznaczenie punktu fundamentalnego

a). przy lodzie z czystą wodą następuje lot drobnego pęcherzyka, wznosi się

b). nie do wody - ona wznosi się wznosi się wznosi się wznosi się

tylko do par; przy tym inwazji na promieniowaniu wody

poprawka wskutek barometru

720 98.494

740 99.256

760 " 100.



przy tym tendencji wskutek zmiany stanu (chemische Nachwirkung)

Wzrost wznosi się wznosi się wznosi się

wzrost (a-b) to wzrost wznosi się wznosi się wznosi się

bo: nie jest dozwolony wzrost wznosi się wznosi się wznosi się

Jedni temp.  $\theta_1$  potem wznosi się wznosi się wznosi się wznosi się

wzrost (depression) przy  $(\theta_2 - \theta_1)$  [długości wznosi się wznosi się]

poziomy: jedni wznosi się wznosi się wznosi się wznosi się

Zatem: wznosi się 100° potem 0° } i  $\frac{1}{100}$  tej długości wznosi się

wzrost przy każdym mierzonym temp. wznosi się wznosi się wznosi się wznosi się

$\theta_2 - \theta_1$  - mierzony wzrost wznosi się wznosi się wznosi się wznosi się

<sup>20</sup>  
Schott - Jena W. th - Berl - 1885 Lodovica schi<sup>2</sup>

jakož termow - soleno v skladi, najpisme te ktoré ročne slúži na : k

$M_p$	$\text{SiO}_2$	Na	K	$\text{ZnO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	$\Delta$
XVII	69.0	15.0	10.5	5.0		1.050	
Thierysches	66.7	12.7	10.6	0.5	8.7	0.66	
<del>Angelstein</del>							
XVI <sup>III</sup>	67.5	14.0	—	7.0	2.0	7.0	0.06

0.04

20th Feb 1951

Sohe Tomkaro angielkie Pl. nikt  
frankie bez k  
negyon thing (Ni K)

negative thing (Nik)

Wysze temp. węgla rtęciowego  $\left\{ \begin{array}{l} - 390 \\ 3500 \end{array} \right.$

just negative  $\Delta H_2$  is ca 550°

Pyrometals, minor species

Indyng spóit racyondy strygn and podrotho

Temporary

tu dno: nozgnia nistphor

proclamation: Death at Trent 1857-82

Bolton & Wren 1892

zarte nische

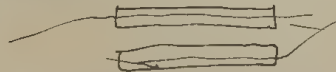
platynowa przepuszcza  $H_2$

traci 100% i TR, waga  $\text{Pt}-\text{Ir}$  replikacja  $\text{N}_2$  <sup>no</sup> którego obciążenie do najlepszej reakcji

metoda optywna - missemin g<sup>o</sup>stni zaporowz z<sup>o</sup>trymnie z<sup>o</sup>tanio

metoda interferençijna

W drufing nure go mure rocedic o do tyfango  
stopa





Gór elektryczny

Callender & Griffiths <sup>1891</sup> biesko wyznaczali miedzy  $t_0$  i  $t_1$  węższą Pt i białym lodem  
 aż do  $600^\circ$  i temperaturę. Najlepsze metody aż do  $1000^\circ$

Termoelektry.

Le Chatelier: Pt — Pt  $t_2$  }  
 Pt — Pt Rh }

bardzo wygodne  
 w wyznaczeniu temperatury  
 w miarę jak pośrednich  
 obrotów, tychże właściwości

Dla niskich temp.

podobne trudności, nawet jeżeli wykreślenie bożę się skupiają  
 miedzy innymi tymi. wykreślenie  $H_2$  termom. aż do  $200^\circ$

poniżej już może być składowe miedzy innymi

wskazując punkt skupienia, który  $H_2$  jest miedzy innymi miedzy innymi  
 ujęte.

Temperatury wyznaczają miedzy innymi podrobnymi dowodami | wyznaczenie białego lodu  
 $H_2$  zaliczają  $5 p, v, \theta$  i obliczają składowe termodynam. — ale oczywiście trudności  
 doświadczeń nieprawyżycione.

termom.  $H_2$  ... —  $252^\circ$

Pt . . . —  $238^\circ$  } Entalpia

Pt Rh —  $246^\circ$

Wzic dla zmian kątowych obrotowych:  $\int \frac{d\theta}{T} = 0$

$$\frac{\partial(\phi, \theta)}{\partial y} = \frac{\partial(\phi, \theta)}{\partial x}$$

w ogólnym przypadku dła zależy od wykresy, staci zmiennych  $(v, T, \theta)$  wzic znaczy

to że  $\frac{d\theta}{T} =$  całkowite różniczkę (tych zmiennych)

zinde  $S = f(x, y)$   
 $ds = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy$

$$dx \quad y(x, y) \quad dx + y \quad dy = dS?$$

$$x^2 dx + xy dy = ?$$

$$\frac{\partial(x^2)}{\partial x} = 2x \quad \frac{\partial(xy)}{\partial y} = x$$

$$x^2 dx + xy dy = d\left(\frac{x^3}{3} + \frac{xy^2}{2}\right)$$

Suponujemy nadat że  $dW = p dv$

$$dQ = dU + A p dv$$

i że stan i state zależy tylko od dwóch zmiennych niezależnych  $(x, y)$

$$p v = R\theta$$

$$(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = R\theta$$

zależność  $p, v, \theta$  typu równania stanu

$$xy dx + \frac{x^2}{2} dy$$

$$2x \sin y dx + x^2 \cos y dy$$

se zawarte 2 niezależne zmienne:  $U, S$ , wyznaczyć

$$d\phi = \frac{\partial \phi}{\partial x} dx + \frac{\partial \phi}{\partial y} dy = \frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy + A p \frac{\partial v}{\partial x} + A p \frac{\partial v}{\partial y} dy$$

$$\frac{1}{T} \left( \frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy + A p \frac{\partial v}{\partial x} + A p \frac{\partial v}{\partial y} dy \right) = \frac{\partial S}{\partial x} dx + \frac{\partial S}{\partial y} dy$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} + A p \frac{\partial v}{\partial x} = M = T \frac{\partial S}{\partial x}$$

$$\frac{\partial U}{\partial y} + A p \frac{\partial v}{\partial y} = N = T \frac{\partial S}{\partial y}$$

$$\frac{1}{T} \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial S}{\partial x}$$

$$\frac{1}{T} \frac{\partial U}{\partial y} = \frac{\partial S}{\partial y}$$

$$\frac{\partial M}{\partial y} - \frac{\partial N}{\partial x} = A \left( \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} \right)$$

$$= \frac{\partial S}{\partial x} \frac{\partial T}{\partial y} - \frac{\partial S}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$= \frac{1}{T} (M \frac{\partial T}{\partial y} - N \frac{\partial T}{\partial x})$$

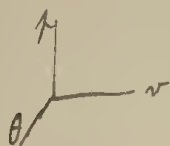
$$M \frac{\partial T}{\partial y} - N \frac{\partial T}{\partial x} = A T \left( \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} \right)$$



przy tym zawsze trzecia zmiana warian jest stała, dlatego  $\frac{\partial}{\partial \dots}$   
 porównujemy  $p$  i  $\theta$

23

17



$$dv = \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p d\theta + \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta dp$$

$$d\theta = \left(\frac{\partial \theta}{\partial v}\right)_p dv + \left(\frac{\partial \theta}{\partial p}\right)_v dp$$

$$dp = \left(\frac{\partial p}{\partial \theta}\right)_v d\theta + \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_\theta dv$$

przy tym:  $\left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p = \frac{1}{\left(\frac{\partial \theta}{\partial v}\right)_p}$  natomiast poniżej tych zależności  $\frac{dx}{dy} = \frac{1}{\frac{dy}{dx}}$

ale explicitnie możemy wyznaczyć np.  $d\theta$  z drugiego do pierwszego

$$dv = \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p \left(\frac{\partial \theta}{\partial v}\right)_p dv + \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p \left(\frac{\partial \theta}{\partial p}\right)_v dp + \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta dp$$

$$1 - \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p \left(\frac{\partial \theta}{\partial v}\right)_p = 0 \quad \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p \left(\frac{\partial \theta}{\partial p}\right)_v + \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta = 0$$

$$\therefore \begin{cases} \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p = \frac{1}{\left(\frac{\partial \theta}{\partial v}\right)_p} \\ \text{Istoki samo 2} \end{cases} \quad \begin{cases} \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta = - \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p \cdot \left(\frac{\partial \theta}{\partial p}\right)_v \\ \text{2 inne równania} \end{cases}$$

to wynika z tego że gdy  
 $dv=0$  postawiamy  
 $0 = \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p d\theta + \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta dp$   
 $\left(\frac{dp}{d\theta}\right)_v = \dots$

przy tym:  $\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p =$  współczynnik rozszerzalności cieplnej  $= \alpha$  | bo  $v =$  objętość odpręż.

$$v = v_0 (1 + \alpha t)$$

$$\frac{\partial v}{\partial \theta} = v_0 \alpha$$

$\frac{1}{p} \left(\frac{\partial p}{\partial \theta}\right)_v =$  współczynnik sprężalności termicznej  $= \beta$

$-\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta =$  współczynnik ściśliwości  $= \kappa$   
 $v = v_0 (1 - \kappa p)$

$=$  wprowadzając to do  
 równania:  $\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta = - \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p \cdot \left(\frac{\partial \theta}{\partial p}\right)_v$

$$\kappa = \frac{\alpha}{\beta p}$$

$$\kappa p = \frac{\alpha}{\beta}$$

24 Najpierw zsumujemy do dyspozycji:

I).  $x = T$   
 $y = v$

II).  $x = T$   
 $y = p$

III).  $x = p$   
 $y = T$

$\delta Q = C_v dT + A p dv = dU + p dv$   
 $\frac{\partial Q}{\partial T} = C_v$   
 $\frac{\partial Q}{\partial v} = A p$   
 $C_v = \frac{\partial U}{\partial T}$   
 $N = \frac{\partial U}{\partial v} + A p$   
 $C_v = \frac{\partial U}{\partial T} + A p$

I).  $d\phi = M dT + N dv$

$M = C_v = \text{const}$  Niezmienną przy stałej objętości

Wskazujemy do odpowiednich formułek:

$M - N = AT \left( \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2} - \frac{\partial^2 \phi}{\partial T \partial v} \right)$

$N = AT \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2}$

Chętnie! "łatwiejsze przekształcenie"

$M \frac{dT}{T} + N \frac{dv}{T} = dS$

$\frac{\partial}{\partial v} \left( \frac{M}{T} \right) = \frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{N}{T} \right)$

$\frac{1}{T} \frac{\partial M}{\partial v} = -\frac{N}{T^2} + \frac{1}{T} \frac{\partial N}{\partial T}$

$= -\frac{A}{T} \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2} + \frac{A}{T} \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2} + A \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2}$

$\frac{\partial M}{\partial v} = AT \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2}$

$\frac{\partial (C_v)}{\partial v} = AT \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2}$

$\delta \phi = C_v dT + AT \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2} dv$

II).  $\delta \phi = M dT + N dp = dU + A p dv$

$\frac{\partial \phi}{\partial T} = M = \frac{\partial U}{\partial T} + A p \frac{\partial v}{\partial T} = T \frac{\partial S}{\partial T}$

$\frac{\partial \phi}{\partial p} = N = \frac{\partial U}{\partial p} + A p \frac{\partial v}{\partial p} = T \frac{\partial S}{\partial p}$

$\frac{\partial M}{\partial p} - \frac{\partial N}{\partial T} = A \frac{\partial v}{\partial T} + A p \frac{\partial^2 v}{\partial p \partial T} - A p \frac{\partial^2 v}{\partial T^2}$

$\frac{\partial M}{\partial p} - \frac{\partial N}{\partial T} = T \frac{\partial^2 S}{\partial p \partial T} - T \frac{\partial^2 S}{\partial T^2} - \frac{\partial S}{\partial p}$

$= -\frac{N}{T} = A \frac{\partial v}{\partial T}$

$N = -AT \frac{\partial v}{\partial T}$

$\frac{\partial (C_p)}{\partial p} = -AT \frac{\partial^2 \phi}{\partial T^2}$

$\frac{\partial C_p}{\partial p} = -A \frac{\partial v}{\partial T} - AT \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} + AT \frac{\partial^2 v}{\partial T^2}$



III).  $\delta Q = M dv + N dp$

$dS = M \frac{dv}{T} + N \frac{dp}{T}$

$\frac{\partial}{\partial p} \left( \frac{M}{T} \right) = \frac{\partial}{\partial v} \left( \frac{N}{T} \right)$

$\delta Q = M = \frac{\partial U}{\partial v} + A p = T \frac{\partial S}{\partial v}$

$\frac{\partial M}{\partial p} = \frac{\partial N}{\partial v} \quad \frac{1}{T} \frac{\partial M}{\partial p} - \frac{M}{T^2} \frac{\partial T}{\partial p} = \frac{1}{T} \frac{\partial N}{\partial v} - \frac{N}{T^2} \frac{\partial T}{\partial v}$

$\delta Q = N = \frac{\partial U}{\partial p} = T \frac{\partial S}{\partial p}$

$\frac{\partial M}{\partial p} - \frac{M}{T} \frac{\partial T}{\partial p} = A = T \frac{\partial S}{\partial v} - \frac{\partial T}{\partial v} \frac{\partial S}{\partial p}$

$= \frac{M}{T} \frac{\partial T}{\partial p} - \frac{N}{T} \frac{\partial T}{\partial v}$

~~A = M~~

$$N = M \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_v - \frac{A T}{\left( \frac{\partial T}{\partial v} \right)_p} = M \left( \frac{\partial v}{\partial p} \right)_T \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_v - A T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$$
  

$$= M \left( \frac{\partial v}{\partial p} \right)_T - A T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$$

Zamiast trzech zmian niezależnych możemy sobie wyobrazić że te 3 obserwacje odnoszą się do tego samego stanu.

I).  $\delta Q = C_v dT + A T \frac{\partial v}{\partial T} dp \quad C_p$

II).  $\delta Q = C_p dT + A T \frac{\partial v}{\partial T} dp \quad C_v$

$$\delta Q = A T \frac{C_p}{C_p - C_v} \frac{\partial v}{\partial T} dp + C_v \frac{\partial v}{\partial T} dp$$

III).  $\delta Q = A T \frac{C_p}{C_p - C_v} \frac{\partial v}{\partial T} dp + A T \frac{C_v}{C_p - C_v} \frac{\partial v}{\partial T} dp$

$N = \dots$

$\frac{\partial}{\partial p} \left( \frac{C_p}{T} \right) - \frac{\partial}{\partial v} \left( \frac{C_v}{T} \right) = 1$

26 Zastanówmyś II do takiej przemiany pmy który w całym stanie otrzymamy  $\delta Q_v = C_v dT = C_p dT - AT \frac{\partial v}{\partial T} dp_{v=const}$

$$\therefore C_p - C_v = AT \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \left( \frac{\partial p}{\partial v} \right)_v$$

lub  $\int \delta Q_{p=const} = C_v dT + TA \frac{\partial v}{\partial T} dp_{p=const} = C_p dT$

$$= AT \frac{\left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p^2}{\left( \frac{\partial v}{\partial p} \right)_T} = AT \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v \cdot \left( \frac{\partial v}{\partial p} \right)_T = -AT \frac{\left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v^2}{\left( \frac{\partial p}{\partial v} \right)_T}$$

Zatem III:

$$\delta Q = C_p \frac{\left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p}{\left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v} dv + \frac{C_v}{\left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v} dp = C_p \left( \frac{\partial T}{\partial v} \right)_p dv + C_v \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_v dp$$

Równica ciepła właściwego  $C_v, C_p$  dla danego ciała

$$C_p - C_v = AT \cdot \alpha \cdot \beta \cdot p \cdot v$$

$$\beta = \frac{\alpha}{k \cdot p}$$

$$= AT \frac{\alpha^2 p}{k} v = \frac{AT \alpha^2}{k p} = C_v (k-1) \quad k = 1 + \frac{AT \alpha^2}{k p C_v}$$

Gaz doskonały

$$\alpha = \frac{1}{v} \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = \frac{R}{p \cdot v}$$

$$p \cdot v = R \theta$$

$$v = \frac{R \theta}{p}$$

$$\beta = \frac{1}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v = \frac{R}{p \cdot v}$$

$$C_p - C_v = \frac{AT R^2}{p \cdot v} = AR$$

Ważne: K znowu do dotychczasowej  $C_p > C_v$

$$= A \frac{p}{T \rho}$$

$$(C_p - C_v) \rho = A \frac{p}{T}$$

$$\rho: \rho' = \mu: \mu'$$

↑ gęstość cieczy

zatem  $C_p$  równo ciepła właściwego  $\rho$  substancji o gęstości  $1 \text{ cm}^3$  gazu (przy  $p, v$ ) = const.

Wzrostek dla powietrza:



	$C_v$	$C_p$
$O_2$	0.1568	0.2190
$N_2$	0.1741	0.2429
$H_2$	2.4369	3.4294
propane	0.1704	0.2392
CO	0.1734	0.2445
$CO_2$	0.1490	0.1943

Wp. Ma ~~sta~~ jest wchyl: ~~stony~~ stony wiecie ma

$$C_f - C_o = \frac{273 \cdot 980 \cdot 10^3}{42 \cdot 10^6 \cdot 13.6 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot (5500)^2} = \frac{273}{42 \cdot 13.6 \cdot 4 \cdot (5.5)^2 \cdot 10^6}$$

$C_p = 0.0332$  wt. % water solution

~~Ether~~  $\rho = 0.0011 \cdot 10^6$   $273 \frac{(0.0015)^2 \cdot 10^6}{42 \cdot 10^6 \cdot 0.74 \cdot 0.0011}$   
 Ether  $\alpha = 0.0015$

$$= \frac{273 \cdot 2.25}{42 \cdot 0.8 \cdot 10^2} = \frac{13}{0.8 \cdot 10^2} = 2 \cdot 10^{-1}$$

$$c_{\phi} = 0.529$$

2 tigo:

$$k = 0.000051$$

<del>6</del> 1	<del>8</del> 1.0016	1.0042	$\epsilon_p$
0.9995	0.9918	0.9684	$\sigma_v$
0°	25°	50°	

28 Coale state

Cu (Rydberg)

 $k = 0.000127$ Fe (H<sub>2</sub>) (Rydberg) $0.0000632$  $\frac{h}{m}$  $\frac{10^{-2}}{1000, 980}$  $\alpha = 0.000049$  $0.000037$  $\rho = 8.88$ 

7.82

Fe :  $k = 1.008$ Ag :  $1.029$ ~~Wavy line scribble~~ $C_p = 0.0949$ 

0.1181

 $C_v = 0.0905$ 

0.1162

$\bar{A}$  propo: Pierre Dubey-Petite : very thin rock elements  
(1819) major iron core structure

N. p.

	$\bar{A}$	$C$	
Li	7.01	0.9408	6.59
Na	23	0.2934	6.74
K	39.03	0.1655	6.46
P	30.96	0.1895	5.87
Fe	55.9	0.1138	6.36
Cu	63.18	0.0935	5.91
Ag	107.66	0.0570	6.14
Au	196.7	0.0324	6.37
Pb	206.4	0.0314	6.48

~~Wavy line scribble~~ C

1197 0.1128

0.4589

B 10.9 0.2382

0.50

Li

 $t = 11$ 

1.35

 $t = 96.5$ 

5.49

 $t = 27$ 

2.60

 $t = 1000$ 

5.45

 $t = 22$ 

4.80

 $t = 232$ 

5.74



Relacje:

$$\frac{\partial}{\partial v} (C_v)_T = AT \left( \frac{\partial^2 p}{\partial T^2} \right)_v \quad \frac{\partial}{\partial p} (C_p)_T = -AT \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p$$

Dla gazu idealnego:  $v = \frac{RT}{p}$

$$\frac{\partial v}{\partial T} = \frac{R}{p}$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial T^2} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial p} (C_p) = 0$$

$$\text{Tak samo: } \frac{\partial}{\partial v} (C_v) = 0$$

Ponieważ u gazu idealnego  $C_p = C_v + R$

$$\text{więc } \frac{\partial}{\partial p} (C_p) = \frac{\partial}{\partial p} (C_v) = 0$$

$$\text{więc } \frac{\partial}{\partial v} (C_v)_T = \frac{\partial}{\partial p} (C_v)_T = 0$$

ale co do  $\frac{\partial}{\partial T} (C_v)$  nie ma moim przekonani? Wzrost mody zmienności u gazu jak  $H_2, O_2$

ale większe np. u  $CO_2$  ~~etc~~ :

$T = 0^\circ$	$0.1952$	$C_p$
$T = 100^\circ$	$0.2169$	$C_p$

$C_p$  (J/mol·K)

Ad 2)

Przemiany adiabatyczne / można je rozważyć także izentropicznie bo

$$\text{entropia nie zmienia się: } \frac{\delta Q}{T} = 0 \text{ tylko jeśli } \delta Q = 0$$

$$0 = C_v dT + AT \left( \frac{\partial^2 p}{\partial T^2} \right)_v dv$$

$$0 = C_p dT - AT \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p dp$$

$$0 = \frac{AT}{C_p - C_v} \left[ C_p \frac{\partial^2 p}{\partial T^2} dv + C_v \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} dp \right]$$

$$\frac{dT}{T} = - \frac{AT}{C_v} \left( \frac{\partial^2 p}{\partial T^2} \right)_v dv$$

$$= + \frac{AT}{C_p} \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p dp$$

} Integracja bo  
można sprawdzić d's

W zastosowaniu do gazu idealnego nie możemy ale np. do ciekłego i ciał stałych  
zmiany temp. przy odrobt zgrzewania i rozpuszczania spraczkę zwykłych doży niezmien  
bo u nich ~~etc~~  $\frac{\partial v}{\partial T}$  doży nie

$$\parallel dT = \frac{AT}{C_p} dp$$

30 Np. H<sub>2</sub>O: ~~50°~~ ~~20.00083~~

10°:  $\alpha = +0.00087$

$$\Delta T = \frac{283.000087}{42 \cdot 10^6} \cdot [10^6 \text{ kg}]$$

grub. ↑ w atmosferze

$$= 57 \cdot 10^{-4} = +0.00057^\circ \text{ po atmosf.}$$

Doświadczenie Joule'a: skutek podgrzania ciepłota o 24.34 Atm.

T:	obliczone $\Delta T$ :	obserw.
1.2°C	-0.0069	-0.0083
5°	+0.0025	+0.0044
11.69	+0.0193	+0.0205
30°	+0.0547	+0.0544

← wskazuje nieumiarowienie  
podobnie musi być w zachowaniu Ag<sup>+</sup>

Interesujące doświadczenie Greckera Wied. Atm. 20

Nad rozprężaniem pary stworzono kuchenkę z Prechometem Ostroda, wzięto ciepły samą jako substancję termometryczną w tym sposobie obserwacji trochę podobny do metody wprawianej u jezior (Clement - Desormes)

~~doświadczenie~~ może być drugi wzorek:

Etter 0°:  $\alpha = 0.0015$   
 $\rho = 0.736$

$$\frac{273.00015 \cdot 0.736}{42 \cdot 10^6 \cdot 0.529} \cdot 10^6 = \frac{7 \cdot 2.273 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 422} = 0.0136^\circ \text{ po Atm.}$$

Podobnie u ciał stałych (drutów)

Alte z wzmianką trudniej opisać, Lohde: węgla drzewnego

Wskazanie odczytu odmiennie rachunek obrotu

$$\delta \varphi = dU + A P dx = f(T, P, dx) = 0$$

$$\frac{\delta \varphi}{T} = dS$$

↓ ciepłota

↑ miarownik prądu Hooke

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \text{długość 1gr drutu} \\ \frac{1}{x} = \text{masa 1cm} = 6 \end{array} \right.$$



$$x - x_0 = \frac{P}{Eg} \alpha (\theta - \theta_0) + \frac{P x_0}{Eg}$$

31

21

Rachunek będzie najłatwiejszy, jeśli weźmiemy  $x$  na wyjściu i  
Prace tylko przez wężownię bez wzmocnienia słupowego

$$dT = -\frac{AT}{C} \frac{\partial x}{\partial T} dP$$

$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial x}{\partial T} = \alpha$$

$$= -\frac{AT\alpha P}{C}$$

$$\frac{\partial x}{\partial T} = \alpha x = \frac{\alpha}{6}$$

Formuła Thomsona

Doświadczenie Wolunda bardzo niedokładne, bo trzeba mierzyć wężownię tej wielkości  
przy tym samym kowalce, co dopiero zrobił Hoge (Verh. Ann. 15, 1882)

Kp. drut stalowy

$$\alpha = 0.001156$$

$$T = 290$$

$$P = 21715 \text{ kg} \cdot 980$$

$$C_p = 0.014053 \text{ kg}$$

$$C_p = 0.1130$$

$$dT = -\frac{290 \cdot 217 \cdot 0.0001156 \cdot 980}{42 \cdot 10^6 \cdot 0.113 \cdot 0.01405} \cdot 980$$

$$= 0.1047^\circ$$

Zastórowanie: obliczyć wpływ ciśnienia na parcie kłębowe i wodzie sejsmicznej, tak że ich  
najdźmy z <sup>na promieniu</sup> w punkcie ~~przebiegu~~ krzywizny

Zaliczono: J. Thomson

$$dT \text{ dla lodu} = 0.0078 \cdot \Delta T_{\text{woda}}$$

$$dT = \frac{0.0078 \cdot 10^{-6}}{100} dP$$

$$\Delta \varphi = C_p dT - AT \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right) dP = [C_p - AT \alpha] dP$$

$$= [C_p - AT \frac{\partial v}{\partial T}] dT = 0.945 \cdot 0.953$$

$$C_x = 0.631$$

$$C_p = 0.480$$

$$\alpha = -0.0061 \left| \begin{array}{l} \text{dla} \\ +0.00166 \end{array} \right.$$

$$\frac{273 \cdot 0.61 \cdot 10^{-6}}{0.0078 \cdot 10^{-6} \cdot 42 \cdot 10^6} = 4.7 \cdot 10^{-2}$$





Próbno: Wzrost myślicielczy zmiany adiab. = izentrop.?

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{v_0}{v}\right)^{k-1}$$

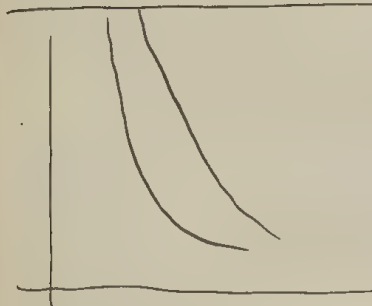
$$\ln \frac{T}{T_0} = (k-1) \ln \frac{v_0}{v}$$

$$S = S_0 + [C_p(k-1) + R] \ln \frac{v_0}{v}$$

$$C_p - C_v$$

$$\underbrace{R}_{=0}$$

czyżby tożsamość prawdziwa.



Krytyka izentropizmu = adiab.

Wracamy do naszych wzorów:

$$\frac{\partial U}{\partial T} + \frac{\partial U}{\partial v} dv + A p dv = M dT + N dv$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = M = C_v$$

$$\frac{\partial S}{\partial T} = \frac{M}{T}$$

$$\frac{\partial U}{\partial v} + A p = N$$

$$AT \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$$

$$\frac{\partial S}{\partial v} = \frac{N}{T} = A \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p = C_p$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v + A p \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_v$$

$$dU = C_v dT + [AT \frac{\partial p}{\partial T} - A p] dv$$

Kierunek

$$dS = \frac{C_v}{T} dT + A \frac{\partial p}{\partial T} dv$$

$$U = \int_{T_0}^T C_v dT + A \int_{T_0}^T \left[ T \frac{\partial p}{\partial T} - p \right] dv$$

A tak samo w górnym x y kierunkach

$$S = \int$$

Chcemy podać wzór p T i inne nielotowe:

$$dU = (C_p - A p \frac{\partial v}{\partial T}) dT - A (T \frac{\partial v}{\partial T} + p \frac{\partial v}{\partial p}) dp$$

$$dS = \frac{C_p}{T} dT - A \frac{\partial v}{\partial T} dp$$

Zastosujmy do gazu idealnego:  $p v = R T$

$$\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{R}{v}$$

$$dS = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{dv}{v}$$

$$S = S_0 + C_v \ln \frac{T}{T_0} + R \ln \frac{v}{v_0}$$

$$dU = C_v dT$$

$$U = U_0 + C_v (T - T_0)$$

A podstawić:  $S = S_0 + C_p \ln \frac{T}{T_0} - R \ln \frac{p}{p_0}$

$$U = U_0 + (C_p - R)(T - T_0)$$

Ciekawe: woda stała się p. wtedy drugiej formuły

przypadek:  $U = U_0 + \int_{T_0}^T C_p dT$

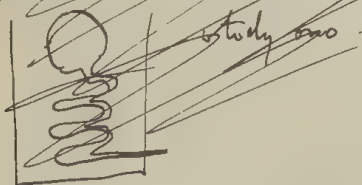
Taki wzór ma gaz idealny:

$$\therefore AT \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v - A p = 0$$

$$\left\{ \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v - \frac{p}{T} \right\} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{p}{T}\right) = 0$$

$$\frac{p}{T} = f(v) \quad \therefore d \left(\frac{p}{T}\right) = 0$$



$$\int \dots = \frac{p_0 v_0}{k-1} \left[ 1 - \left( \frac{v_0}{v_1} \right)^{k-1} \right] = \frac{R(\theta_0 - \theta_1)}{k-1}$$

One zostało wykonane krotnie w tym samym celu, ale jako mechaniczny sztuczak?

Zarytacja atmosfery od odwrócenia o  $(v_1 - v_0)$  w procesie  $p_1(v_1 - v_0)$

$$= \cancel{R\theta_0} \cdot R\theta_1 \left[ 1 - \frac{v_0}{v_1} \right]$$

↓ bo w tym samym czasie

$$\text{Różnica} \quad \frac{p_0 v_0}{k-1} - \frac{R\theta_0}{k-1} \left[ \theta_0 - \theta_1 - (k-1) \left( 1 - \frac{v_0}{v_1} \right) \theta_1 \right]$$

$$= \frac{R\theta_0}{k-1} \left[ 1 - \left[ 1 - (k-1) \left( 1 - \frac{v_0}{v_1} \right) \right] \left( \frac{v_0}{v_1} \right)^{k-1} \right]$$

$$k p_1 \cdot 1 - \frac{p_0}{v_1} = \delta$$

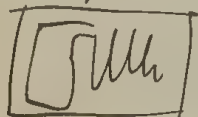
$$\frac{R\theta_0}{k-1} \left[ 1 - \left[ 1 - (k-1)\delta \right] (1-\delta)^{k-1} \right]$$

$$= \frac{R\theta_0}{k-1} \left[ 1 - \left[ 1 - (k-1)\delta \right] \left[ 1 - (k-1)\delta + \left( \frac{k-1}{2} \right) \delta^2 \right] \dots \right]$$

$$\approx 2(k-1)\delta + \dots$$

ona idzie na wytworzenie energii kinetycznej; ośrodek nie posiada energii kinetycznej w momencie wywołania zaburzenia i kiedy dźwięk bęzie prawie równy warunkom.

Jżeli chodzi o rozprzężenie i skurczenie, które przeprowadzają się po prostu —



stąd rozprzężenie neutralizowane przez pracę podłoża

$$\text{praca } Q = U_2 - U_1 + A p (v_2 - v_1) \neq A p (v_2 - v_1) \quad \text{z czego wynika}$$

stąd idzie na wytworzenie energii kinetycznej





Sprowadzić wyrazić przez  $dp, dT$ . lepiej spotkać się z  $dh$   
 $C_p dT - AT \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right) dp = dh + v dp$

27

$$-A \left[ T \frac{\partial v}{\partial T} + p \frac{\partial v}{\partial p} \right] dp + A \left[ C_p - p \frac{\partial v}{\partial T} \right] dT + A dv = dh$$

$$-A \left[ T \frac{\partial v}{\partial T} - v \right] dp + A C_p dT = dh$$

Jako ściśle adiabatyczny, to:

$$C_p dT = \left[ T \frac{\partial v}{\partial T} - v \right] dp$$

$$C_p (T_2 - T_1) = \int_{p_1}^{p_2} \left[ T \frac{\partial v}{\partial T} - v \right] dp$$

$$dh = (C_p - A p \frac{\partial v}{\partial T}) dT - A \left( T \frac{\partial v}{\partial T} + p \frac{\partial v}{\partial p} \right) dp$$

$$C_p dT - A p dv - AT \frac{\partial v}{\partial T} dp + A p dv + A dv = dh$$

Jako Dugli-Charles to  $= 0$

Temperaturę według doświadczeń:

$p_2 = 1 \text{ atm}$

$$p_1 = 1.43, \quad 2.26 \quad \text{atm (przy } 150^\circ \text{C)}$$

$$T_2 - T_1 = 0.108 \quad 0.363 \quad 1.14^\circ$$

dla jawnie wycią dla  $\text{CO}_2$

dla  $\text{H}_2$  nieznacznie

$$\text{wzr. prop. } \uparrow \quad T_2 - T_1 \text{ prop. } p_2 - p_1$$

przy różnych temperaturach między  $0^\circ$  i  $100^\circ$  dla przybliżonych wartości:

$$\Delta T = \frac{\alpha}{T^2} \Delta p$$

$$\frac{\alpha}{273^2} = 0.28 \text{ dla powietrza}$$

$$\Delta T = 0.275 \left( \frac{273}{T} \right)^2 \Delta p$$

$$1.39$$

$\text{CO}_2$

$$1.18^\circ$$

Jakie doświadczenia

Notarson Und. L. 31 (1883)

Koster Physik Zitat 6 p. 44 (1895)

Gdyby to było dokładne, to możemy otrzymać poprawkę przy prawie D.C.:

$$T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right) - v = \frac{\alpha}{T^2} C_p$$

podstawić  $C_p = \text{const}$

$$\frac{1}{T} \frac{\partial v}{\partial T} - \frac{v}{T^2} = \frac{\alpha}{T^4} C_p$$

$$\frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{v}{T} \right) = \uparrow$$

$$\frac{v}{T} = - C_p \frac{\alpha}{3} \frac{1}{T^3} + f(T)$$

temperatury dla  $T = \infty$  możemy przyjąć

$$f(T) = \frac{R}{T}$$

wzr. =  $\frac{R}{T}$  (zgodnie z Równaniem)

$$v = \frac{RT}{T} - \frac{1}{T^2}$$

dla tejże równości

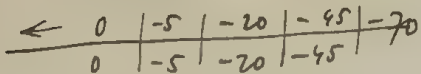
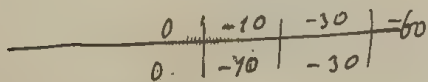
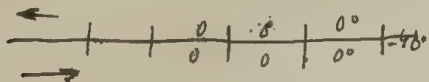
V.d.V. występują do system. z gaz. doświadczeń

98



zmniejszenie  $\frac{1}{4}^\circ$  po 10. wyc. kół

yzhaiemy zhi to stepni ovo u kute uni one



Naturodnica u nasprizniti cetera mo-  
do very wytrzymać muszą 200 lb. w-  
guba i wytrzymać wylew mi mostygi tote kety



$$p + \frac{a}{v} = \frac{R\theta}{v-b}$$

$$p + \frac{a}{v} - b p = R\theta$$

$$(1 - \frac{a}{v}) \frac{\partial v}{\partial \theta} = R$$

AT 18 37

$$p + \frac{a}{v} - b p = R\theta$$

$$v (1 - \frac{a}{v}) + (\frac{2a}{v}) v = R\theta + b p$$

in:

$$(1 - \frac{a}{v}) \frac{\partial v}{\partial \theta} = R$$

$$T \frac{\partial v}{\partial T} = \frac{R T}{1 - \frac{a}{v}} = v = \frac{R\theta - p v + \frac{a}{v}}{1 - \frac{a}{v}} = \frac{b p - \frac{a}{v}}{1 - \frac{a}{v}}$$

$$v - T \frac{\partial v}{\partial T} = \frac{R T + b p - \frac{a}{v}}{1 - \frac{a}{v}}$$

$$= \frac{R\theta + b p - \frac{2a}{v}}{1 - \frac{a}{v}} - R T = \frac{b p - \frac{2a}{v}}{1 - \frac{a}{v}} = \frac{b - \frac{2a}{p v}}{1 - \frac{a}{v}}$$

$$AT = \frac{1}{C_p} \left[ b - \frac{2a}{p v} + \frac{a b}{R T} \right] = \frac{1}{C_p} \left[ b - \frac{2a}{R T} \right]$$

temperatura immersioni  
 position + 500° (V. th. det.)  
 wdr - 800  
 Observe With the  
 lat. Observe - 46°  
 large immersion. Obs. high temp. at: - 232.6°

→ a = 0.002812  
 b = 0.001976  
 temp. immersion  
 at p = 1  
 $R\theta = \frac{2a}{b} \left| \frac{56.273}{20.273} = \frac{273.15}{273.15} \right|$   
 $T = 56.273 - 28.15 = 28.12$   
 Kewley's Obs. for 1908  
 immersion temp. under 150 lb.

Jede nimmung sehr genau sein: da doch die Zeit them

$$v = v_0 (1 + \alpha t)$$

$$\frac{\partial v}{\partial T} = v_0 \alpha$$

$$\Delta T = \frac{1}{C_p} \int_{p_1}^{p_2} v (\alpha T - 1) dp = \frac{v (\alpha T - 1) \Delta p}{C_p}$$

Sta  
 $\alpha = 0.0015$   
 $p = 0.736$   
 $C_p = 0.529$

0.0015 · 273  
 1365  
 0.4095

AT =  $\frac{0.59 \cdot 10 \cdot 10^3}{0.74 \cdot 0.53 \cdot 42 \cdot 10^3}$   
 $= \frac{629 \cdot 10}{24.252} = \frac{32}{9} = 3.50$

zopne nimmig bo a lyher nimmigrai

Ještě do Gay Lussac uzavřený jevn V. d. Wools:

$$\int C_v dT + A \left( T \frac{p}{T} - p \right) ds = 0$$

$$RT = \frac{10}{0.00067}$$

$$C_v \Delta T = A \frac{q}{v}$$

brzye jako jednotky p: Atmosfery

temperatura: 273. R<sup>10</sup> M R =  $\frac{1}{273}$

$$a_{CO_2} = 0.00874$$

objektu

: objektivu p<sub>0</sub> 0°C, 1. atm.

ještě je uzavřen 2 stranou nadejde do p<sub>0</sub>

$$C_v \Delta T = \frac{0.00874 \cdot 273}{42.107}$$

$$\Delta T = \frac{0.0874 \cdot 273}{42.107}$$

$$\text{bezvýhledně zatím: } a = \frac{0.00874 \cdot 10^6}{(0.001293)^2}$$

$$\Delta T = \frac{0.00874 \cdot 10^7}{(0.001293)^2 \cdot 42.107 \cdot C_v}$$

$$b = \frac{0.00874}{0.001293}$$

$$= \frac{8.74}{1.29} \cdot \frac{1}{42.107 \cdot 0.202} \neq 8^\circ$$

$$\left(1 + \frac{a}{b}\right) = \frac{p}{p_0}$$

vyjde atd. m<sub>0</sub>:

$$CO_2: C_f \left(1 - \frac{1}{K}\right) = \frac{A p_0}{p_0 T_0}$$

$$C_f = \frac{10^6}{42.107 \cdot 273 \cdot \frac{0.001293 \cdot 1.5}{0.001965}} = \frac{0.31}{1.3}$$

6232

9362

2934

3528

9914

8442

1132

3203

~~0.2697~~

zmenšen: 0.202

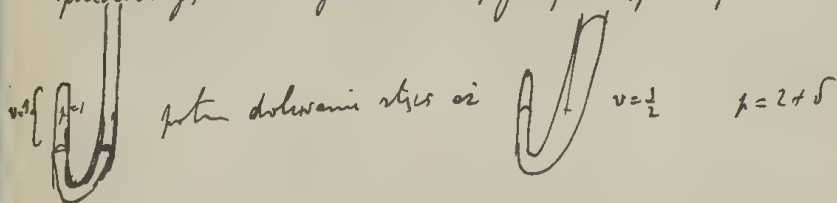
0.2697

0.186

Wzrost pary O<sub>2</sub> nie doskonały. Naturalni tężnie bup'iedni d'wiedu  
do tego samego doprowadzity rezultatu.

Regnault 1847 fundamentalne badania

przewodności tężni i energii temp.  $p v = \text{const?}$



$v = 1 \quad p = 2$

$v = 1/2 \quad p = 4 + 5'$

$v = 1 \quad p = 4$

$v = 1/2 \quad p = 8 + 5'' \text{ etc.}$

N. p. powietrza:

$p_0 = 2442.53$	}	$\frac{p_0 v_0}{p_1 v_1} = 1.002765$	}	$\frac{p_0 v_0}{p_1 v_1} = 1.00141$
$p_1 = 4209.48$				

$wzrost \frac{p_1}{p_0} = \frac{v_0}{v_1} = (1 + \epsilon) \frac{p_1}{p_0}$  zatem większe ściśnięcie niż O<sub>2</sub>.

podobnie N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>

$p_0 = 1 \text{ Atm}$	}	$\frac{p_0 v_0}{p_1 v_1} = 1.0076$		$p_0 = 11 \text{ Atm}$	$\frac{p_0 v_0}{p_1 v_1} = 1.084$
$p_1 = 2$					

podobnie H<sub>2</sub>:

$p_0 = 3 \text{ Atm}$	}	$\frac{p_0 v_0}{p_1 v_1} = 0.9986$	}	wzrost ściśnięcia niż O <sub>2</sub> .
$p_1 = 6 \text{ Atm}$				



Notter 1850 wykrył że wężthin jest tak samo zachowujący jak H<sub>2</sub> przy wysiłku ciśnieniach

kompresowany gaz zawarty w izolowanej flasce, a ciśnienie mierzył za pomocą olejiowego wężka, potem wypróżnił pod wodą H<sub>2</sub> i nacisnął 10 razy tak wielki jak flaszkę; jeżeli DCh powróciła to ciśnienie powinno było się zmniejszyć o 10 kH. Agresum wyjął.

Wskazywanie Coriell: Angaż tu odnosi się do 3 kHaset Atm. | to dno' mierzona p. i wężka  
ogromne stopy rtęci w kępcach  
barometru byłoby

Nip. powietrza /  $p_0 = 1$

$p_0$ Atm.	60	100	200	400	700
$\frac{p_0}{p_1}$	1.013	1.040	0.999	0.867	0.666

Iszczyk że  $p_0$  najniższe <sup>specjalne</sup> ~~specjalne~~ powstaje 1 aż do minimum. <sup>potem</sup> ~~potem~~ <sup>rośnie</sup> ~~specjalne~~ powstaje  
wzrasta najniższe ciśnienie ~~potem~~ <sup>rośnie</sup> ~~specjalne~~ powstaje przy wielkich ciśnieniach mierzonych.

Próbując Angaż pokazał że wężthin tu stosownie od DCh coraz mniej wydzielać od czasu czasu.

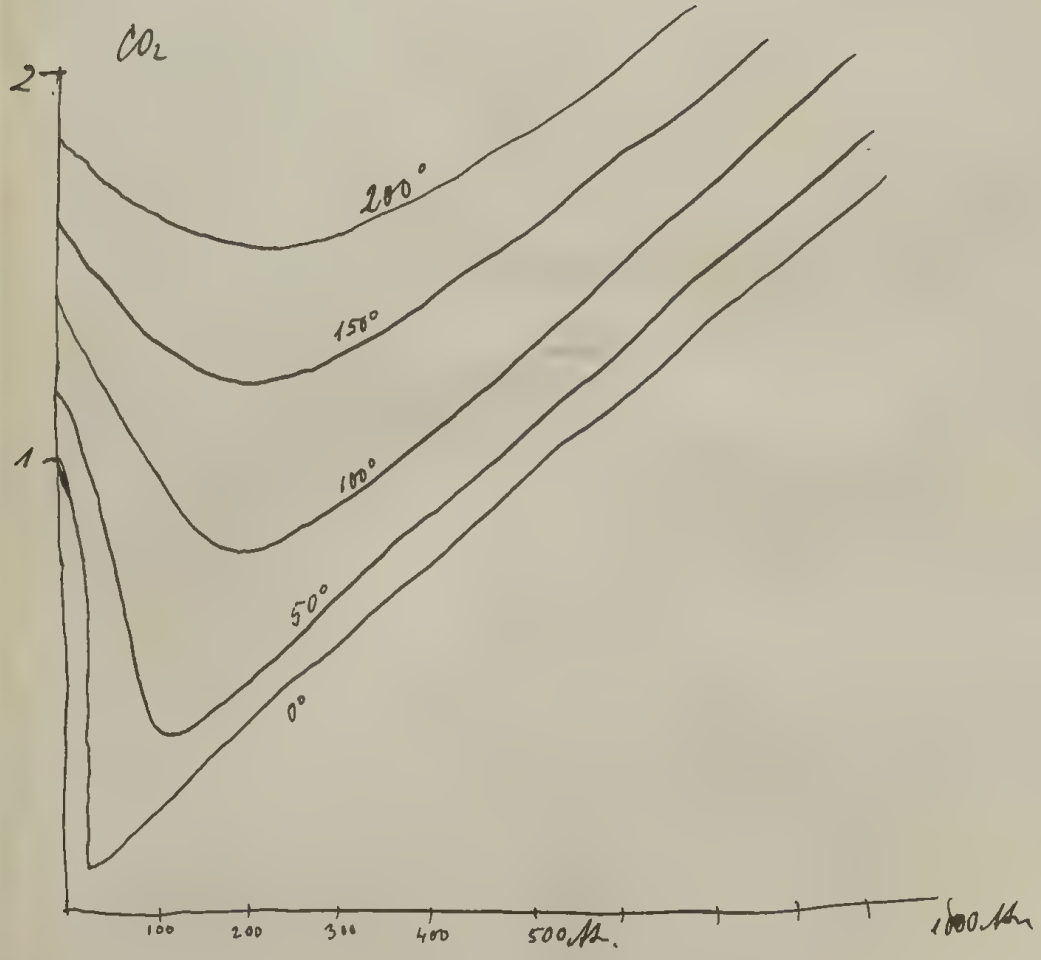
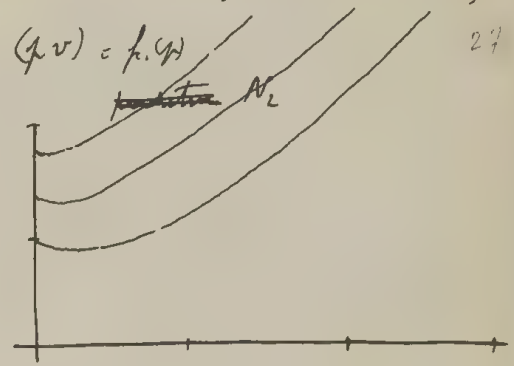
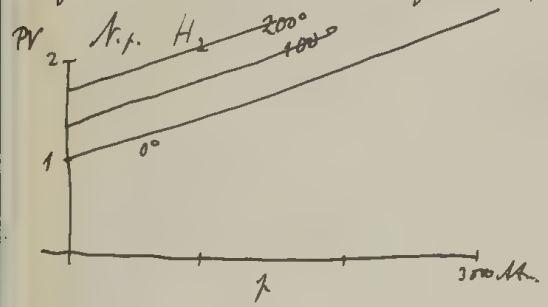
Nip. powietrza 1-2 Atm.

temper.	0°	100°	250°
$\frac{p_0}{p_1}$	1.0015	<del>1.0002</del>	1.00025

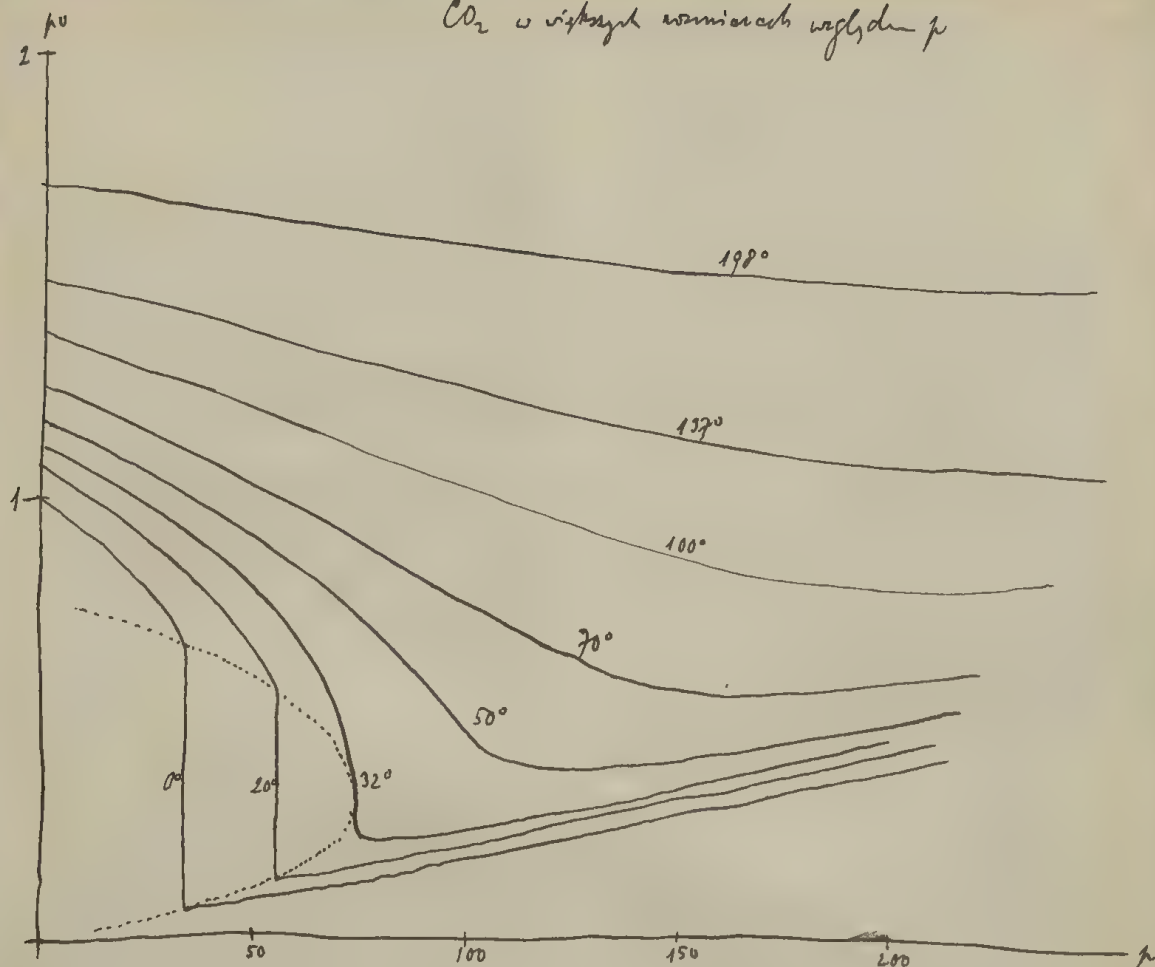
Odwrócić Witherby dla powietrza między 0° i -135° aż do 200 Atm.  
i niekiedy inżynier nad porządek ciśnień (Inżynier Ramsey & Young)

$$v = f(p)$$

Geprane prętkości albo ~~( $x, p$ )~~  ~~$f = f(p)$~~  ale odmiany względem  $B$  i  $A$  przy  
 występię bardzo mało wyrażenie, więc lepiej  $(p, v) = f(p)$



$\text{CO}_2$  w różnych warunkach względem  $p$



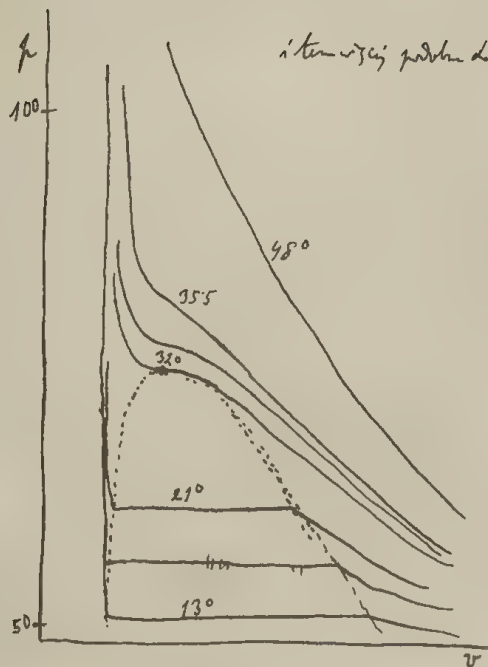
Tutaj już kawałek bliżej nawet równowagi (pró) tzn. że przy zmniejszaniu objętości  $p$  się nie podwyższa: skraplanie się gazu.

Dyskusja o warunkach pawa  $\text{CO}_2$  już może być mi nowa.

Już się tu coś przedstawia o dalszymy sposób  $p = f(v)$ :

[Andrews 1869]  
dla  $\text{CO}_2$





*V. Toterny puzij 92° bez retanami  
itun vicij padne do hipokla sam uprta tpr.  
pozizij 92° ngl. retanami oporiedoxu  
skroplini jasn.*

[<sup>iponizi</sup>ryšni liqca na leav ~~at~~ 32 nicht]

Próbowano również formułek empirycznych.  
Wreszcie K. d. Waals <sup>1873</sup> wywnioskował formułę teoretyczną  
która dotyczyłaś miedzi i woda była miedzi i  
najpóźniej: ~~to~~ nadsilisko do następnej odległości faktu.

Монахины гуауа и кресты тужи јури  
ушкисајет архи, и јури Младосја и

2 egzemplarze ~~o~~ kalistyrsk, przysięgających się wzięć. 2 tym pozostało 2 pozostało  
- jak to ~~było~~ ~~dotychczas~~ udowodniony pójni - obywateli w których one się mogą  
nieobecnym pójni mi jest w lech v-b jakże  $\delta = 4$  krótkie od obywateli  
 $a \cos \mu = p + \frac{a}{v}$  // bo pozostało wzięć wzięć a.p.p

уравнение  $(p + \frac{a}{v})(v - b) = RT$  равному 3-го степеню  $x$  в  $v$  или 4-го степеню.

$$\mu v + \frac{a}{v} - b p - \frac{a b}{v^2} = RT$$

$$p_v = RT + \frac{a}{v} \left[ 1 - \frac{b}{v} \right] + bp$$

poprsek. Tuz danen T : prv albo moze byt <sup>homogen</sup> ~~homogen~~, neslovni vzhroma, jinit  
<sup>drugi</sup> ~~drugi~~ v poroc do b ( $\text{CO}_2$  atd), albo odvrotne ( $\text{H}_2$ )  
 je ~~poprsek~~ moze v poroc do b

W przypadku można przybliżyć podstać  $\frac{1}{v} = \frac{RT}{p}$  wgr:

$$p_v = RT + \left\{ \frac{a}{RT} \left[ 1 - \frac{b}{RT} \right] - b \right\} p$$

$$= RT + \left\{ \frac{a}{RT} - b \right\} p + \frac{ab}{RT^2} p^2$$

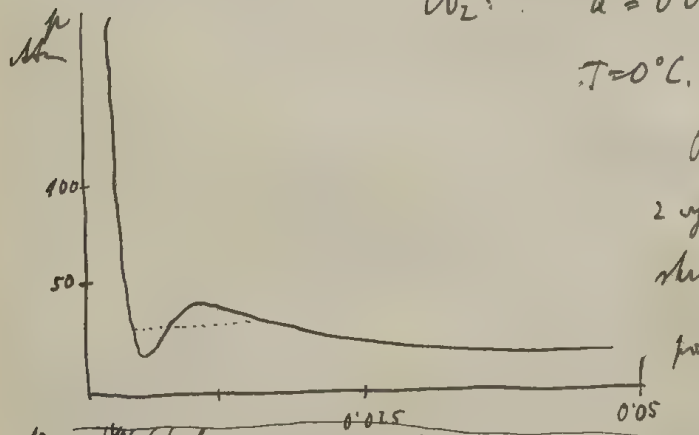
wgr podwyższonej T dostatecznie  
zawsze można zrobić  $p_v \approx RT$

przy podr. gazę przybliżają typ wodoru

zmniejszając: hydrog. punkt ~~sta~~  $\frac{a}{RT} - b > 0$ , wtedy  
dla małych ciśnień  $p_v \approx RT$ , dla dużych  $p_v > RT$

$$\text{CO}_2: \quad a = 0.00874 \quad b = 0.0023$$

$$T = 0^\circ \text{C.}$$



N.p. ~~Et~~ Etylen

$$(T = +10^\circ)$$

$$n = 52$$

$$\text{Dajmy } a = 0.00786$$

$$b = 0.0024$$

$$\text{L. 2011 } T \text{ kł. } 20^\circ \text{C.}$$

One odleg. dłużej bardziej dobrze  
z wyjątkiem wyj. ujem. w której zachodzi  
skroplenie - a to z powodu kł.   
przebiegu omówimy.

T	ob.	$p_v$	ob.
31.6	<del>74</del> 895		914
59.4	624		622
110.5	456		454
235.6	205		207
398.7	1254		1298

wgr ujęła dobra zgodni

le pęty nie chodzi więc tych stężeń do

innych temperatur do zupełnie innych

$$\text{np. ujem. } T = -10^\circ!$$

$$T_c = 505$$

Wobec powyższego <sup>hydrodynamicznej</sup> możemy ~~możemy~~ uzyskać równanie jako wynik naszego przybliżenia formuły, aby z jego pomocą studiować zmiany stan skupienia.

$$p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2}$$

$$\frac{dp}{dv} = -\frac{RT}{(v-b)^2} + \frac{2a}{v^3}$$

$$\frac{dp}{dv} = \frac{2RT}{(v-b)^3} - \frac{6a}{v^3}$$

Ważnym przypadkiem 3 pierwiastki w dla danych  $p, T$

$$v^3 p - v^2(bp + RT) + va - a = 0$$

albo 1 rzeczywisty albo 3; one mogą być różne jeżeli

$$b + \frac{RT}{p} = 3v_k$$

$$\frac{a}{p} = 3v_k^2$$

$$\frac{a}{p} = 3v_k^2$$

Jeżeli możemy znaleźć takie  $T$  i  $p$  odpowiednie obrotu

$$b = \frac{v_k}{3}$$

$$p = \frac{3a}{27b^2}$$

$$v_k = \frac{3b}{p}$$

$$p_k = \frac{3a}{27b^2}$$

$$RT_k = \frac{8a}{27b}$$

$$v_k - b = 2b \parallel -\frac{8a}{27b} \frac{1}{4b^2} + \frac{2a}{27b^3} = 0$$

ponieważ 3 takie w taki sposób zawarte  
to możemy wyrazić takie odwrócić a b R przez  $v_k, p_k, T_k$

$$\left[\frac{p}{p_k} + \frac{3}{\frac{v}{v_k}}\right] \left[3\frac{v}{v_k} - 1\right] = 8\frac{T}{T_k}$$

Wobec powyższego równanie wartości  $p, v, T$  możemy z-dostać:  $p=0, \frac{dp}{dv}=0, \frac{d^2p}{dv^2}=0$

co się może z równań poniższych równania  $\left. \begin{matrix} f=0 \\ f'=0 \\ f''=0 \end{matrix} \right\}$  analogicznie potrójnie pierwiastki

Jeżeli teraz: 1).  $T > T_k$

$$\frac{dp}{dv} = -\frac{8a}{27b(v-b)^2} + \frac{2a}{v^3} = \frac{2a}{27b^3} \left[ \frac{b^3}{(v-b)^2} - \frac{v^3}{b^3} \right]$$

$$\frac{dp}{dv} = \frac{2a}{27b^3} \left[ \frac{b^3}{(v-b)^2} - \frac{v^3}{b^3} \right]$$

$$v = b + \delta$$

$$27b\delta^2 \leq \frac{1}{4} [b^3 + 3b^2\delta + 3b\delta^2 + \delta^3]$$

$$\text{bo dla } v = 3b + \delta: v-b = 2b + \delta$$

$$\frac{2a}{27b^3} \left[ \frac{b^3}{(2b+\delta)^2} - \frac{(2b+\delta)^3}{b^3} \right]$$







<sup>18</sup> [Wtórni nie należy pisać doci + ~~U~~  $K dp$ ?] Przejmując że  $U$  dla pary tyłko  $f_2(T)$  :  
 Tak samo dla ciekłej, dla masy  $f_1$ .

$$\delta Q = dU + A p dv$$

$$U = U_1 + U_2 = f_2(T, x)$$

$$S = S_1 + S_2$$

$$\delta Q = dS$$

Każdej temperaturze  $T$  odpowiada pewne ciśnienie  $P$  pary nasyconej bez względu na objętość, zatem  $p$  jest  $= f_2(v, T)$  tyłko  $p = f(T)$

Jesli zatem dane  $T$  i  $v$  (odpowiadająca jednemu przemowi mólki) to same  
 zatem  $x = \frac{v-b}{s-b}$  (lub też  $x$ )

musi się także  $P$  jest dane, więc te zmienne występują jako niezależne.

Nie możemy jednak określić  $T$  i  $P$  jako niezależnych [bo musimy mieć już istnieć relacja między nimi, i w byłby ~~nie~~ nieokreślone]

~~Ważne~~ [Chyba możemy  $P, v$ ].

Zatem  $\delta Q = M dT + r dx$   $r =$  ciepło utajone parowania

$$= dU + A P dv$$

$$U = U_1 + U_2 = f_2(T, x)$$

$$S = S_1 + S_2 = f_2(T, x)$$

$$\left. \begin{aligned} \delta Q_x = M = \frac{\partial U}{\partial T} + A P \frac{\partial v}{\partial T} \\ r = \frac{\partial U}{\partial x} + A P \frac{\partial v}{\partial x} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial r}{\partial T} = A \left( \frac{\partial P}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial T} - \frac{\partial P}{\partial T} \frac{\partial v}{\partial x} \right)$$

$$= \cancel{A} \frac{\partial S}{\partial x} - \frac{\partial S}{\partial x} = - \frac{r}{T}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{M}{T} &= \frac{\partial S}{\partial T} \\ \frac{r}{T} &= \frac{\partial S}{\partial x} \end{aligned} \right\}$$

zamiast  $\frac{\partial P}{\partial T}$  można także pisać  $\frac{dP}{dT}$  ponieważ  
 zależą i tak tyłko od  $T$ , tak samo  $\frac{dr}{dT}$

zatem:  $\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{dr}{dT} = -A \frac{dP}{dT} (s-b) = - \frac{r}{T}$

$$v = b + x(s-b)$$

$$\frac{\partial v}{\partial x} = s-b$$



Dane dr. wiader (D. Helli)		H <sub>2</sub> O	H (Wällner)	pozioma = 1 Dampfdruck		
-80°	0.0004	469	80.10	3400.5	2185.0	0.6325
-30°	0.284					0.6389
-10°	2.08					0.6481
0°	4.41					0.6417
10°	8.84	110.39	119.50	885.0	580.3	0.6594
30°	20.75					0.6605
50	40.45					(P <sub>s</sub> ↑ p <sub>0</sub> v <sub>0</sub> )
70	210.84					
90	523.74					
100	760					
110	1082.0					
130	2042.0					
150	3578.0	194.6	194.6	194.6	194.6	194.6
170	5918					
190	9378					
210	14275					
364.3	<del>194.6</del> 194.6	194.6 mm = mm.				

$$A_{100} = 1656$$

469  
760  
1082  
134.58

Względem z:

Dr. wiader. Regnault (1845). Lataj ~~z~~ zmierzaj ~~z~~ całkowite ciepło par - wyzyskan

~~z~~ przy ~~z~~ skropleni przy i ochłodzeniu do 0°

$$\Delta H = r + \int_0^t c dt$$

Para idzie do kalorymetru lodowego

Jedli znana zmierzona c, można z obliczyć

$$\Delta \text{ przy wyzyskan wroni} = 636.67$$

Zmierzona P zmierzona się tuzie wroni, wze. tuzie  $\Delta$  i z:

$$\lambda = 606.5 + 0.305 \cdot t$$

c dla wody nie wie wroni w t wze

$$\begin{aligned} z &= 606.5 + 0.305 t \cdot t \\ &= 606.5 - 0.695 t \end{aligned}$$

$$\text{Albo do kładniej w tuzie Clausiusa} = 607 - 0.708 t.$$

$$\text{wze dla } t = 100: z = 536$$



$$\frac{dP}{dT} \text{ dla } H_2O (100^\circ C) = 274 \cdot 176 \cdot 980 = 37000 \text{ (C55)}$$

51  
22

$$\left. \begin{array}{l} 1_{100} = 1656 \\ 6 = 1 \end{array} \right\}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{373 \cdot 37000 \cdot 1655}{42 \cdot 10^6}$$

$$= \frac{373 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 16 \cdot 55}{42} = \frac{426}{544}$$

$$\begin{array}{r} 373 \cdot 37 \\ 1819 \\ \underline{2611} \\ 13801 \\ \underline{5561} \\ 18801 \\ 8281 \\ \underline{690} \\ 69 \\ \underline{22841} \end{array}$$

$$22841 : 42$$

$$3263$$

$$\begin{array}{r} 17876 : 42 = 544 \\ 2979 \\ \underline{426} \end{array}$$

4000 536 endokonych w  
dla zjednost

metody Rankine'a byz:

$$\log P = a - \frac{b}{T} - c \log T$$

$$\begin{aligned} \text{Rankine: } \frac{1}{P} \frac{dP}{dT} &= + \frac{b}{T^2} - \frac{c}{T} \\ &= \frac{1}{T} \left[ \frac{b}{T} - c \right] \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 2795 - 373 = 2422 \\ 284 - 3868 \\ 35 - 3627 \end{array}$$

$$P = \frac{c}{T^2}$$

$$\begin{aligned} \log P &= \log \frac{c}{T^2} \\ \frac{1}{P} \frac{dP}{dT} &= - \frac{2}{T} \frac{dT}{dT} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 4464 \\ + 3623 \\ \underline{8087} \\ - 5717 \\ \underline{2370} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1726 \\ - 387 \\ \underline{1339} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1208 \\ + 8808 \\ \underline{0076} \\ - 5717 \\ \underline{4359} \end{array}$$

$$\dots - 2728 \text{ mm}$$

Clauzura obrotowa uziat tej formuły, aby z sadownych  $\frac{dP}{dT}$ , z obzys s  
i pokazat az (jak wyzsko z tabelki poproszajacy) ze prawo Dltu nie moze byt  
stosowane z jedy kolowch dohladownosy bo  $\frac{P}{T}$  z wrost



II).  $\bar{H}$  średnia objętość w tym stanie jest c6 to  $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$  nie znamy dokładniej.

$$\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = \frac{R}{p} \quad p v = R T \quad \frac{\partial v}{\partial T} = \frac{R}{p} \quad R = \frac{1}{0.645} \cdot R_0$$

$$C_p = 0.4776 \text{ (miejscu } 220^\circ \text{A } 178^\circ)$$

$$H = 0.4776 - \frac{373 \cdot \frac{37 \cdot 10^3}{0.645 \cdot 273 \cdot 42 \cdot 10^6}}{1439} = -0.961$$

5682	8086
5717	1106
1399	4362
9817	6253
1582	9817

A obliczamy z powyższymi formułami.

$$H = \frac{dp}{dt} - \frac{p}{T} + C_p$$

$$\lambda = p + \int C_p dT$$

$$\frac{d\lambda}{dt} = \frac{dp}{dt} + C_p = 0.305$$

$$H = \frac{d\lambda}{dt} - \frac{p}{T}$$

$$\frac{p}{T} = 536 : 373 = \frac{7292 - 5717}{1575} = \frac{0.305}{1437} = -1.132$$

Różnica polega na niedokładności powyższego rachunku

wzr. i nie dokładniejszy drugi sposób.

Skorzystajmy z tego, że  $H$  jest ujemnym! Co to znaczy?

Jżeli się ~~do~~ zamieniamy parę z  $100^\circ$  na parę wyprężoną  $101^\circ$ , wtedy nie trzeba jej ciepła udszekać lecz oddać. Pochodzi to z tego, że ciepło wyprężone przez równowagę kompresji powyższego ciepła trzeba pobrać do podgrzania

temperatury. Wzr. jżeli się <sup>para</sup> rozpręża i jżeli ma powstać nowa para to trzeba ciepła udszekać chociaż że temperatura spada.

Gdyby się ciepła nie udszekało toby się para kondensowała zgodnie.

Istotini štim pokazal dobičadachin: jurti sū otvoro kurek zanykaj'sy s pary  
 [reagimij'sy s pary]  
 [Lokantys]  
 To jūt znanieniem dle uat o ugunnen cieple utaisivim pary nasymaj'sy.

Pamiros o vyraideni:  $H = \frac{dA}{dt} - \frac{P}{T}$

λ puzbliemini stals, p znaniefnaje sū 2 temp. nūje H s znanefn  
 temperaturz otyja puzbliemini H=0, a dalyj H > 0 : temperature

grainisng.

Kp. H<sub>2</sub>O:

t =	0°	100°	200°	520°
H =	-1.9	-1.13	-0.67	0.0

CHCl<sub>3</sub>:

t =	0°	100°	127°
H =	-0.408	-0.015	0.0

(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O:

t =	-116°	0°	120°
H =	0.0	+0.406	+0.160

Hern (1863):

Istotini (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O pokazal is

~~(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O~~ s HCl<sub>3</sub> pomizy 127°

tak sū zachoviji juk. H<sub>2</sub>O a

paryj tak juk (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O. Wilson

Pisanyamie pary; proch (Nithen)

Paryj daryot: 210 000 - 160 000 pro 1 an<sup>2</sup>

ifil nūgt 104 000 = 226

An Nūrio 14 600 - 0

Nūrio 65 km sū 20 000

400 km 467

nūgt nūgt s daryot nūrio i atalyfak.

Wlye ofline roboranie:

$$\delta \varphi = A_2 dx + A[x(H-C) + C] dt$$

1. izotermisane puzbliemini:

$$\varphi = A_2(x_2 - x_1)$$

$$W = \int P dv = P(s-b)(x_2 - x_1)$$

Wlye nūgt tyje puzbliemini A<sub>2</sub>(x<sub>2</sub>-x<sub>1</sub>) puzbliemini

na pary sūstymz: P(s-b)(x<sub>2</sub>-x<sub>1</sub>) nūgt sū  
 minienz energij sūstymz

$$[A \kappa - P(s-6)](x_2 - x_1) \quad \text{wtedy zawsze } x_2 > \frac{P(s-6)}{A}$$

N.p. dla wody:

$$\frac{760 \cdot 13 \cdot 6 \cdot 980}{42 \cdot 10^6} \cdot 1655 = \text{ok } 40$$

$$x_2 - \frac{P(s-6)}{A} = 5 \text{ cm}$$

$x_2$  dla innych substancji:

$H_2O$ : 537	$Br_2$ : 44
$(C_2H_5)OH$ : <del>200</del>	$CCl_4$ : 58
$CS_2$ : 84	
$(C_2H_5)_2O$ : 88	
$C_6H_6$ : 93	

2). Przewidywanie temp przy zmianie  $x$

$$Q = A \int [x(H-C) + C] dT$$

3). Przewidywanie adiabatycznego  $\int Q = 0$ :

$$x dx = -[x(H-C) + C] dT$$

albo jeżeli  $x$  i  $P$  zmieniają się:

$$x dx = - \frac{[x(H-C) + C]}{\frac{dP}{dT}} dP$$

wtedy jeżeli  $\frac{dP}{dT} > 0$  to  $x dx < 0$  ponieważ  $H < 0$  to  $dx < 0$

$$dx \neq - \frac{H}{\frac{dP}{dT}} dP$$

jeżeli  $H < 0$  to  $dx < 0$ , ponieważ zawsze  $\frac{dP}{dT} > 0$

$$H > 0 \quad \dots$$

$$dP > 0$$

to jest tegoż tematu dowodzenie Hira's etc.

$$0 = x dx + x \left( \frac{dx}{dT} - \frac{x}{T} \right) dT + c dT$$

$$0 = T d\left(\frac{x}{T}\right) + c dT$$

$$d\left(\frac{x}{T}\right) = -c \frac{dT}{T}$$

$$\frac{x}{T} + c \log T = \text{const}$$

tożsamość powyższa jest  
integracją do  
 $dS = \frac{dQ}{T}$



$$\frac{r x}{T} + c \log T = \frac{r_1 x_1}{T_1} + c \log T_1$$

Alte to odnosi się tylko do pary wapny-węgiel

55

34

natomiast nie da się zastosować doświadczeń, jeżeli woda skryta się odparowała.

Np. jeżeli woda ze ~~scieżki~~ parą 100° zawarta w naczyniu przy ciśnieniu 1 Atm i że się wyciszy adrebatywnie to jest  $P = \frac{1}{2}$  Atm. = 380 mm

Jedyną odparowaną punkt miedzy:  $T = 81.6$

$$x_1 = 1 \quad r_1 = 537 \quad T_1 = 373 \quad c = 1$$

$$\frac{81.6}{273}$$

2 odpar. ciepła 81.6:

$$\begin{array}{r} 0.708 \cdot 184 \\ 1288 \\ 13 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$\frac{r x}{T} = \frac{537}{273} + \log \frac{T_1}{T}$$

$$x = \frac{354.6}{550} \left[ \frac{537}{273} + \log \frac{373}{354.6} \right]$$

$$\begin{array}{r} 57171 \\ - 55974 \\ \hline 0.01197 \cdot 2.3026 \\ 2303 \\ 2042 \\ 161 \\ \hline 0.02756 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 72997 \\ 57171 \\ \hline 15826 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14397 \\ 0.0276 \\ \hline 14673 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16652 \\ 55974 \\ 22626 \\ - 74036 \\ \hline 98590 \end{array}$$

$$0.96845$$

wzrost wody skryta: 0.032 gr.

Przebiegi choroby prowadzi do rozkładu

Alte jeżeli przy ciśnieniu P parę się <sup>węgiel</sup> wypręża to oznacza przenieś do odparowania temp. T (jeżeli dany jest ciśnienie wody do dyspozycji)

Np.  $\text{CO}_2$ : (Pogotowiec) Mathias

Condens:  $dT = \frac{-r dx}{C + x(H-C)}$

jeżeli x bardzo małe

$$= - \frac{r dx}{C}$$

a można osiągnąć x węższe bardzo małe, da doświadczenia

wyrażenie może być przez węższe t.j. wyprężenie to w aparacie

$$= - \frac{r dx}{(H-C) C}$$

56

CO<sub>2</sub>: (Anagot) (Rothlieh)

t	P <sub>(Atm.)</sub>	z
31.35	72.9	
30.0	70.7	11
20.0	56.3	35
10.0	44.2	47
0.0	34.3	56
-20.0	21.5	
-40.0	10.3	
-60.0	3.9	
-80.0	1.0	

C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>:

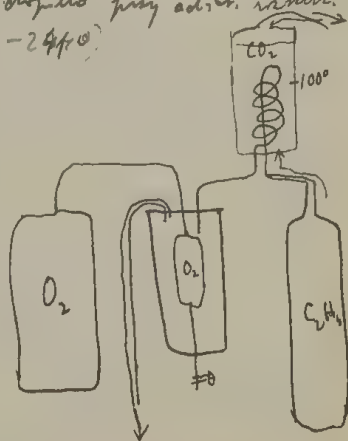
t	P
13.0 hgt.	
10.0	60 Atm.
0.0	44
-103	1
-122	146 mm
-132	56 mm
-150.8	9.8
-160	kupinisci

Carlett

Olzowski

to zostało wysłane do wytworzenia  
miskich temperatur przez Whitt. i Olz.

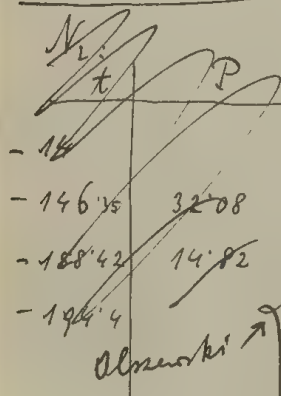
~~Historia~~  
zapomnianego porównania ~~to~~ u ciśnieniu (altu  
obserwacji kółka mm), przez to się  
skupia O<sub>2</sub>, a ponieważ to u ciśnieniu  
dodatkowo się powiększa 200  
ale takie przy tym H<sub>2</sub> jakim się nie  
skupiało, obciąża przy adiab. wzrusz.  
(A hgt -2440)



O<sub>2</sub> N<sub>2</sub> CO H<sub>2</sub> NO C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>  
Forsden

Carlett (Toni 1898)  
Ostet (Linn)

Olz. i Whitt. 1893  
Stygar 1898

O<sub>2</sub>:

t	P
hgt.	hgt.
-118.8	50.8 Atm
-125.6	40.4
-130.3	32.6
-146.8	19.7
-159.9	6.23
-175.4	2.16
-181.4	760 mm
-190.5	279.1
-198.7	91.8
-211.2	7.5

Estrich





Isomernu staly: de  $z=0$   $x, y, T, :$   $w=0$

$$Ag_2 = \left( \frac{r_1 x_1}{T_1} + c \right) (T_1 - T) - c T \ln \frac{T_1}{T}$$

Gla.  $T=0$ :

$$AgH = \left( \frac{r_1 x_1}{T_1} + c \right) T_1 = r_1 x_1 + c T_1$$

jirili  $x_1 = 1$  (wagytas para)

$$AgH = r_1 + c T_1$$

$$\begin{array}{r} 607 \\ - 100 \\ \hline 507 \end{array}$$

$$H = \frac{507 \cdot 42 \cdot 10^6}{980} = 2 \cdot 10^7 \text{ cm} = 2 \cdot 10^5 \text{ m} = 200 \text{ km} = 27 \text{ tūp.}$$

$$dT \quad \text{da } T=T_1, \quad x=1$$

$$= - \frac{Ag \, dz \, T}{z}$$

$$= \frac{980 \cdot 273 \cdot 10^4}{600 \cdot 42 \cdot 10^7} = \frac{1}{8} \text{ pro } 100 \text{ m}$$

$$P = \theta (P_1 S_1 + P_2 S_2)$$

$$= 0$$

$$P = P_1 + P_2 = \frac{1}{\theta} \left( \frac{P_1}{R_1} + \frac{P_2}{R_2} \right) = \frac{1}{\theta} \left[ \frac{P}{R_1} + r_2 \left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \right] = \frac{P}{\theta R_1} \left[ 1 + \frac{r_2}{P} \left( \frac{R_1}{R_2} - 1 \right) \right]$$

$$\frac{R_1}{R_2} = 0.6218$$

$$1 - 0.3782 \cdot \frac{4.8}{760}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{R_2 \theta} = \frac{P_1 \cdot 0.6218}{R_1 \theta}$$

$$R_1 \theta = \frac{P_1}{P_0}$$

$$= \frac{P_1}{P_0} P_0 \cdot 0.6218 = \frac{4.8}{760} \cdot 0.001493 \cdot 0.6218$$

$$= 0.0000508$$

$$\begin{array}{r} 1116 \\ 7937 \\ 6812 \\ \hline 5865 \\ - 8809 \\ \hline 7057 \end{array}$$



$$p = \frac{750.9 + 491.06218}{760} \cdot 0.001293$$

$$\begin{array}{r} 55962 \\ 622 \\ \hline 56584 \\ 750.9 \\ \hline 75656 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8788 \\ 8808 \\ \hline 17596 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1116 \\ 20 \\ \hline 1096 \\ 24 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} p = 0.0012871 \\ p_2 = 0.0000096 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{wys. różnicy ładunku} \\ \frac{273}{283} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7526 \\ + 1116 \\ \hline 8642 \\ - 8808 \\ \hline 9834 \end{array}$$

wys. zanurzenia 0.0000096 gr na  $\text{cm}^3$

zatem 9.6 gr na  $\text{dm}^3$  (licząc P i p.  $10^3$  grami)  
różnica dla wody

zrobił mierzny iże na ogólnie płucho suchego powietrza 760 mm  $(T=28.5) / p = 0.001293$   
= +10°C

i naprężeniem tęża wody, to porównano doznęgi powietrza w ciśnieniu 0

wys. wody zanurzenia porowat, dopóki jej ciśnienie wynosiło nie hydro = P = 9.1 mm  
 $p_2 = P =$

Któreśnieważ przez to ciśnienie podnosi się na 769.1 mm  
Względnie z tego to następuje etc. zaliczyć od zjawiska dyfuzji, które nas tutaj nie obchodzi.

Sądy jednakże Należy być uważnym to by on się podniósł toż że  $P = 760 -$ ,  $p_2 = 9.1$  mm  
 $p_1 = 750.9 -$

Wzale ~~po~~ wody zanurzenia powietrze nasycone wilgocią 1000?

$$\begin{array}{l} p_2 = 760 \\ p_1 = 0 \end{array}$$

$$p = 0.6218 \cdot 0.001293 \cdot \frac{273}{283}$$

$$\begin{array}{r} 7978 \\ 1116 \\ \hline 9094 \\ 3416 \\ \hline 5717 \end{array}$$

$$7699$$

$$= 588 \text{ gr na } 1 \text{ m}^3$$

Hygrometr Dancello oznacza tężę, przy której następuje kondensacja i z tej P  
Psychrometr Angusta

Nasza wody zawartość w jedynym gramie pow. wilgotności:

$$m_2 = v p_2 = \frac{p_2}{p} = \frac{p_2}{\frac{p_1}{R_1 \theta} + \frac{p_2}{R_2 \theta}} = \frac{p_2 R_1}{p R_2} \neq \frac{p_2 R_1}{p R_2} \neq \frac{p_2 R_1}{p R_2}$$

$$R_2 = \frac{10^6}{273 \cdot 0.62 \cdot 0.001293}$$



Ad 1. obrot: rozprężenie powietrza nasyconego odgrzew

Jżeli się ogrzewamy do nasyconej (do 20°) to procentowa zmiana w gęstości < 1%

zatem można je zaniedbać, tak samo ciepła właściwe przy wodnej, tylko z wodniar

rachunki przy kondensacji. // zawartość <sup>par</sup> wody w jedynym gramie mieszaniny  $x$   
<sup>tytułu przy ogrzewaniu</sup> (kondensowana woda) <sup>5 milim.</sup>

$$\delta Q = \rho_1 c_1 dT + \rho_2 c_2 dT + \rho_2' c_2' dT + A p dv + \dots \quad x = \frac{p_2 \cdot 0.622}{760} = \varepsilon p_2$$

$$\delta Q = c_v dT + A p dv + \varepsilon dx = 0$$

$v =$

~~$p ds = p(ds_1 + ds_2) = p$~~  ponieważ przy tym przybliżeniu można zaniedbać  
 prawo DCh.:  ~~$ds = R \frac{dT}{T}$~~   $p = \frac{RT}{v}$

$$c_v dT + A \frac{RT}{p} \frac{dp}{p} + \varepsilon dp_2 = 0$$

$$c_v dT + A \frac{RT}{p} \frac{dp}{p} + \varepsilon \frac{dp_2}{dT} dT = 0$$

$$dT (c_v + \varepsilon \frac{dp_2}{dT}) = -A p \frac{dp}{p} = -A p dv$$

opisując całkowalną nam można bo  $\frac{dp_2}{dT}$  wchodzi w rachuby tylko dla nasyconej mieszaniny:

$$dT = - \frac{A p}{c_v + \varepsilon \frac{dp_2}{dT}} dv = \frac{10^6}{42 \cdot 10^6 [0.1684 + 600 \cdot \frac{0.622 \cdot 0.6}{760}]} dv$$

$$N.p. \quad \theta = 10^\circ \quad \frac{dp_2}{dT} = \frac{0.6 \text{ mm}}{10} = 0.06 \text{ mm/K}$$

$$\begin{array}{r} 5590 \\ 173 \\ 198 \\ \hline 0.294 \\ 0.168 \\ \hline 0.462 \end{array}$$

zatem będzie się kondensować:

$$dT = \frac{dv}{42 \cdot 0.462}$$

$$\varepsilon \frac{dp_2}{dT} dT = \frac{0.622 \cdot 0.6}{760} dT = \frac{0.622 \cdot 0.6}{760} \cdot \frac{1}{42 \cdot 0.462} dv$$

$$= 2.53 \cdot 10^{-5} dv \quad (\text{pro 1 gram powietrza})$$

$$\begin{array}{r} 187804 \\ 992 \\ \hline 187804 \end{array}$$

wzgl. m.p. 1 kg powietrza w ogólnym

$$dT = \frac{dv}{42 \cdot 19.4} \quad \frac{1}{0.00129 \cdot 19.4}$$

2 co oznacza 760 mm wolumnie 760 (1 -  $\frac{1}{10}$ )

$$dv = \frac{1000}{0.00129} \cdot \frac{1}{10} = \frac{10^5}{1.29}$$

wydzieli się 2 gr. H<sub>2</sub>O

temperature  
Rozkład ciśnienia w atmosferze wolgotnej

$$\frac{1}{p} dp = -g dz = v dp$$

$$pv = RT$$

$$p dv + v dp = R dT$$

$$= R dT - p dv = dT \left[ R + \frac{c_v + \alpha \varepsilon \frac{dp_v}{dT}}{A} \right]$$

$$= dT \left[ \frac{c_v + AR + \alpha \varepsilon \frac{dp_v}{dT}}{A} \right] = dT \frac{(c_p + \alpha \varepsilon \frac{dp_v}{dT})}{A}$$

$$dT = \frac{-Ag}{c_p + \alpha \varepsilon \frac{dp_v}{dT}} dz$$

podnoszący w mchyl powietrze  $\frac{Ag}{c_p} dz$

$$\frac{980}{42 \cdot 10^6 \left[ \begin{array}{l} 0.2375 \\ + 0.294 \\ \hline 0.5315 \end{array} \right]} = \begin{array}{r} 9912 \\ 3488 \\ \hline 6424 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6232 \\ 7256 \\ \hline \end{array}$$

$$= 4.39 \cdot 10^{-5}$$

to znaczy że na  $dz = 100 \text{ m}$  przegradośnie  $dT = 0.44^\circ$  |  $\frac{186.53}{70} = 0.53$

przy  $T = 5^\circ$   $\frac{dp_v}{dT} = 0.45 \text{ mm}$

$$\frac{0.622}{768} \cdot 0.45 \cdot 600 = \begin{array}{r} 1274 \\ 335 \\ \hline 168.76 \\ 16 \end{array} = \begin{array}{r} 0.221 \\ 0.237 \\ \hline 0.458 \end{array}$$

$$\frac{980}{42 \cdot 10^6 \cdot 0.458} = \frac{\frac{1872}{916}}{192} = 0.510$$

Jaka kondensacja nastąpi przy mieszanii par. wilgotnego powietrza  $0^\circ$  i  $10^\circ$  : 63  
38

Stwierdza temperatura:  $t$

Ciepło zawartości w 1 gr. par.

~~$10c + r(x_{10} + x_0) = 2ct + 2rx_t$~~

$x = \frac{p_2 v}{R_2 \theta} = \frac{p_2 R_1}{p R_2}$

dlaczego powietrze  $p_2 v = R_2 \theta$   $\left| = 0.62 \cdot \frac{p_2}{p} \right.$   
przebiegiem:

~~$(10 - 2t)c$~~   $(2t - 10)c = r(x_{10} + x_0 - 2x_t)$   
 $(t - 5)c = r\left(\frac{x_{10} + x_0}{2} - x_t\right)$

$= \frac{r \cdot 0.62}{p} \left[ \frac{p_{10} + p_0}{2} - p_t \right]$   
 $p_5 + (t - 5) \frac{dp_t}{dt}$

$(t - 5) \left[ c + \frac{0.62 \cdot r}{p} \frac{dp_t}{dt} \right] = \frac{0.62 \cdot r}{p} \left[ \frac{p_{10} + p_0}{2} - p_5 \right]$

albo jeszcze drugi, obliczamy  $x$ :

$x_0 = 4.9 \cdot 10^{-6}$   
 $x_3 = 6.0$   
 $x_5 = 6.8$   
 $x_7 = 7.8$   
 $x_{10} = 9.3$   
 $\left. \begin{matrix} x_3 = 6.0 \\ x_5 = 6.8 \\ x_7 = 7.8 \end{matrix} \right\} \frac{dx}{dt} = 0.45$

~~$(t - 5) \left[ c + r \frac{dx}{dt} \right] = r \left[ \frac{x_{10} + x_0}{2} - x_5 \right]$~~

~~$\frac{14.2}{7.1 - 6.8} = 0.3$~~

~~$\Delta t = \frac{600 \cdot 0.3 \cdot 10^{-6}}{0.2375 + 600 \cdot 0.45 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{\frac{0.2375 \cdot 10^6}{600 \cdot 0.3} + 1.5}$~~   
 ~~$= \frac{1}{1320}$~~

$p_0 = 4.60$

$p_5 = 6.53$

$p_{10} = 9.16$

$p_5 = 5.69$   
 $p_7 = 7.49$   
 $\left. \begin{matrix} p_5 = 5.69 \\ p_7 = 7.49 \end{matrix} \right\} \frac{dp}{dt} = 0.45$

$13.76$

$6.88$

$- 6.53$

$0.35$

$\Delta t = \frac{0.62 \cdot 600}{760} \cdot 0.35 = \frac{7}{0.2375 + \frac{0.62 \cdot 600}{760} \cdot 0.45} = \frac{7}{0.2375 \cdot \frac{760}{6.62 \cdot 600 \cdot 0.35} + 9}$

$= \frac{7}{1.39 + 9} = 0.67^\circ$

$\frac{2375 \cdot 76}{31.42}$

$8808$

$2756$

$2564$

$1146$

$1418$

$4914$

$6232$

$1146$

$= 139$

zatem skropli na 1 gr. par.:

$\frac{0.62}{760} \left[ \frac{13.76}{0.10} - 2 \left( \frac{6.53}{0.10} + 0.67 \cdot 0.45 \right) \right] = \frac{0.062}{2 \cdot 760} = 0.8 \cdot 10^{-4}$



Jeszcze n.p. na powierzchni  $10^\circ$ , to  $0^\circ$  w wysokości  $\approx 1500$  m

to jest  $\approx \frac{1}{6}$  całej atmosf.,  $\text{długość} \approx 1500 \text{ cm}^3$

$$= 0.4 \cdot 10^{-4} \cdot 150 \text{ gr} = 0.6 \cdot 10^{-2} \text{ gr} = \text{negat.}$$

$$\text{na } 1 \text{ m}^3 = +1.2$$

$$+1.76$$

$$- \frac{1.76}{0.10 \text{ gr.}}$$

$$\text{na } 1500 \text{ cm}^3 = 0.015$$

$$= 0.15 \text{ mm}$$

temu odpowiad. wysokość ~~atm.~~ opadu:  $0.06 \text{ mm}$ ; ~~nie~~ nadmierajnie mało,  
zatem z tego źródła tylko mała porcja opady.

Podczas gdy adreht. wprzeim. nam data:  $\Delta T = 2.53 \cdot 10^5 \text{ dt}$

Jeszcze n.p. pod do wysokości  $1500 \text{ m}$ , tam będzie  $0^\circ$

zatem na  $1 \text{ m}^3$  pow. wydruki  $\approx -\frac{9.3}{4.7} \text{ gr.}$

Na pow. zawarte od  $0^\circ$  do  $1500^\circ$  przynajmniej  $4.7 \cdot 0.15 = 0.7 \text{ gr}$

z. j. ~~pod~~ 7 m. ~~zatem~~ ~~wcale~~ ~~porówny~~ ~~dnia~~.

Granie <sup>wysp.</sup> pochodzący ~~tylko~~ z dolnych warstw atmosf. (ci do ~~głęb.~~ <sup>w naszym miedzi. pętl.</sup>  $3-4000 \text{ m}$ ).

Cyklony, minime barom. etc.



Trinajty objektivni podnes tyz:

Wzrost skupiny albo osob

↓  
work

$$P.b \quad \frac{11'005}{10'649}$$

$$G \quad \frac{8'7665}{7'989}$$

$S_2$

$H_2$

$K$

$P$

$q_2$

↓  
work

$$G$$

$F_2$

Kierunki i moduly

$$\frac{9'073}{10'004}$$

Formulę motów, górną i dolną V.d.W. tutaj nie mamy, gdyż ich nie ma  
wzrostu grupy. Tęż nas myślowo ze punktu skupiny do skupiny stały,  
dotyczy J. Thomsona wskazał rozwiązanie jako iż człowiek ma obciążenie z tego  
mechanizmu.

Dyskusja mechaniczna skupiny analogiczna do pracy - par. Nic tam nie  
zawiera się, gdyż rozwiązanie jest to tylko porównanie

$$T = f_{\text{dykt}}(P) \text{ do minimalnego } x$$

$$\text{Istota młota} = x \text{ kg wody} + (1-x) \text{ kg stał.}$$

$$v = x s + (1-x) b$$

$$s = \frac{1}{\rho_{\text{stał.}}}$$

$$b = \frac{1}{\rho_{\text{wody}}}$$

$$x = \frac{v-b}{s-b}$$

$T, x$  minimalne

$$\left. \begin{aligned} S\varphi &= \frac{M}{T} dx + \frac{L}{T} dx \\ \frac{S\varphi}{T} &= dS \end{aligned} \right\}$$

$$\text{z tego wynika tak samo jak tam: } \left\{ \begin{aligned} \Delta L &= T A \frac{dP}{dT} (s-b) \\ C_c - C_{st} &= \frac{dL}{dT} - \frac{L}{T} \end{aligned} \right.$$

$$\Delta L = (1-x) C'_c + x C'_s$$



$$\frac{dP}{dT} = \frac{L}{AT(s-6)}$$

$$\frac{dT}{dP} = \frac{A}{L} \frac{T(s-6)}{L}$$

nie punkt krytyczny musi  
 się znaleźć z przynajmniej 6  
 dla wody s > 6 (zwiększamy)  
 a dla wody sprężonej.

1849 : James Thomson:

Dla wody:

$$\Delta T (P_{\text{vap}} - P_{\text{sat}})$$

$P_{\text{liq}} = 0.99988 \neq 1$   
 $P_{\text{sat}} = 0.91666 = 0.917$

$$\frac{dT}{dP} = \frac{42.10^6 \cdot 273 (1 - \frac{1}{0.917})}{42.10^6 \cdot 80} = \frac{42.270 \cdot 83}{42.8 \cdot 917 \cdot 10^3} = \frac{3670}{3670}$$

$$= -\frac{3}{4} \cdot 10^{-8}$$

$$\Delta T = -0.75 \cdot 10^{-8} \Delta P$$

$$= -0.0075 \cdot \Delta P$$

Dr. William Thomson:  $16.8 \text{ atm} - 0.129 = -0.0077 / \text{atm}$

"praktyczna droga" w celu zjawiska "regulacji" polega na tym ↑

Temperatura -20°  
 13000 atm

N.p. kawał lodu przerwę rozprawy drukarka z wyzorem  
 Lód nie przyspiesza się do inchołowni nylodowców etc



Wiskac część innych wód odnotować się zachowują

Dr. W. D. : Densities, Hopkins, Dattelli

	0	792 atm
Wolret	51°	80.2°
Wok	64.50	80.2°
S	107°	140.2°

Temperatura	
1 atm	116.0°
CCl <sub>4</sub> -30°	+19.5
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> +54°	+22°

Damien : Nocytylanin. C<sub>10</sub>H<sub>7</sub>NH<sub>2</sub>

P	1	62	81	143	173
T	49.75	50.49	50.54	50.01	49.65

Temperatura		Struktura	Temperatura
1.96	1 atm		+8.5
	1900		23.3
	4000		79.0
	8000		53.4
	10000		80.0

musi być najgłębiej zachowywać się  
 jak woda  
 później jak woda a w punkcie gdzie następuje druga temperatura krytyczna  
 musi być P<sub>liq</sub> = P<sub>sat</sub>

Co nasuwa ciekawe wnioski w związku z analogią z tym porównaniem

Tam  $p_1 = p_2$  tylko o punkcie krytycznym

w tym punkcie jednak  $\Delta z = 0$  ~~if~~ więc jemu nie było równy

Intej inaczej.

Zdaje się że dla przemian stał-względnie nie strzemi punkt krytyczny

Tamman.

Co było równie zasadniczo stał stały od większego?

Nie mamy jeszcze odpowiedzi empirii wystarczającej

Niektóre zaś które mierzony stał mierzony prowadzi bez tajemnic.

$$\text{II} \quad C_{liq} - C_{sol} = \frac{dL}{dT} - \frac{L}{T}$$

$$\frac{dL}{dT} = C_{liq} - C_{sol} + \frac{L}{T} \quad \text{dowodzenie m. stał}$$

tylko ~~nie~~ więc (nie mamy ujemnego  $C_{liq} > C_{sol}$ )

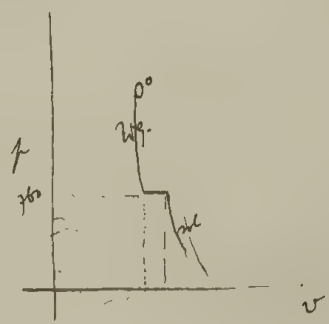
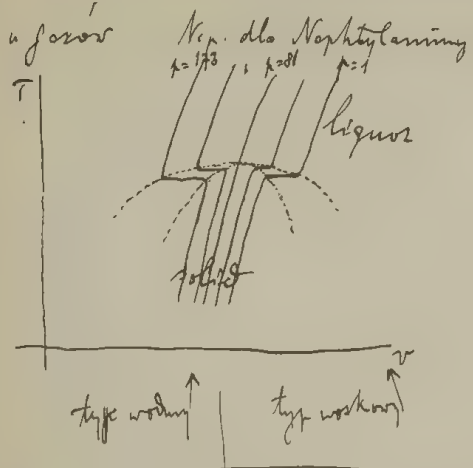
zatem  $\frac{dL}{dT} > 0$  co doprowadziło nas do punktu krytycznego

(zobacz podział)

Peterson:  $H_2O$

$T_0$	$L$
-2.8	80.02
-5.0	77.85
	76.75
-6.5°	76.00

Niektórych tu przedstawia te przejścia czołowe całej sieci krzywych podobnie jak



Znana jest że nie tylko cięta parą, ale także woda, która wznosi się z wody, jest

zwykle drogi mola:

$t=$	$0^\circ$	$-30^\circ$	$-50^\circ$	$-80^\circ$
$p=$	4.58	0.289	0.029	0.0004 mm

Wskazanie ciśnienia atmosferycznego nie można uważać już bezpośredniego barometru

lecz również pośredniego opóźnienia.

Wskazanie (Pawłowa dla  $K_p$ ) opóźnienia z użyciem Deltana:

1) powstanie tych par, które zabarwi folię, będzie właśnie

właż  $K_p$  atę wadliwyma kropkami w rękach, odwołanych. Prawdopodobnie z

2) przez ilość powstania w p. 1000. i mierzony był z różnic

Podobnie dla  $H_2O$

$K_p - 20^\circ$

$0.289 \cdot 10^5 \cdot 0.0004 = 0.3$

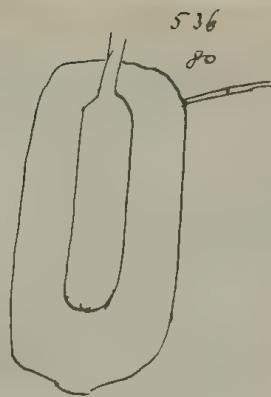
-50	-10	-50	0	50	10	15
1.26	1.97	3.03	4.58	6.53	9.18	12.73





ibowi łoda tyn, lub wody pomykaj proz ison

Calorimetr Dumas dystrybucyj lub ujęciowy



IV) Jakie metody użycy są itd.

Wszystkie te metody

Jednakowe były się otrzymują; tak samo też jeżeli woda posiada więcej ciepła, to przy  
określeniu oddaje pewną ilość ciepła wewnętrzną mieszankę i tym samym to ciepło się paruje  
wstępując.

$$i. \quad 5q = dU$$

Tak dalej wyznaczamy w zgodzie z powyższym ciepło jako funkcję masy mieszanki  
jako substancji, a także samo też w pewnym cieple.

Tak dalej wyznaczamy w zgodzie z obrotami ciepło jako substancji.

Ale są przypadki gdzie to niemożliwe.

Np. Kresivo pnie (1803) z czego powstają opary?

wyskazuje się ciepło z „calor” - także jako wody z mokrą, seker  
ale jeżeli to prawda to musi być ciepło. Wobec tego ~~nie~~ musimy się z tym zająć —  
co nieprawda. Jedynie możliwe: powstało ciepło. Wobec ciepła C Laplace (1846)

Wytworzenie ciepła przez tarcie ograniczone jest tylko przez z tarcia

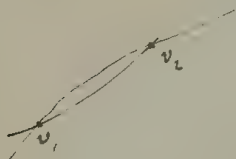
Rumford wierzenie mu ośmiatnich, wcale tożsame z ciepłem, ciepło Danc. pnie; w tym

Cornot (+ 1832 cholera) sam wyjechał do Paryża i tam się zajął tym. (1839)

Dojacio R. Rayer (1842); Joule (1843); Helmholtz (1847)

8000

Wstęp mechan



$$\frac{mv_1^2}{2} \gg \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\Delta \left( \frac{mv^2}{2} \right) = \int d \left( \frac{mv^2}{2} \right) = \int (X dx + Y dy + Z dz)$$

Wniosek:  $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = \text{praca} = f. (1, 2, \text{droga})$  (złaski)

Zmiana i zmiany postrzegane przy ruchu i kierunku tyżasie  
Ciepła zależeć się ze ~~praca~~ praca niezależna od drogi

$$P = f. (1, 2)$$

rozprawy taki układ: konserwatywny to wracając do tego samego punktu praca = 0  
m. kin. Tożsamość

można także study napisać  $P = f. (1, 2) = V(2) - V(1)$   
 $= U(1) - U(2)$

zatem:  $\frac{mv_1^2}{2} + U(1) = \frac{mv_2^2}{2} + U(2)$

$U$  = energia potencjalna

study zatem

$$F_s = - \frac{dU}{ds}$$

znaki: mały uł. w  
przech. kierunku

$$x = - \frac{\partial U}{\partial x}$$

zachow. energii mechanicznej  
złaskami przy w układach konserw.

Wtedy możemy pisać punktach układu:

$$\Delta \left( \frac{mv^2}{2} \right) = \Delta P =$$

$$mv \frac{dv}{dt} = \frac{dP}{dt}$$

$$m \frac{ds}{dt} = \frac{dP}{dt}$$

$$F_s ds = dP$$

zatem także  $P = \int F_s ds$

$$\Delta \left( \frac{mv^2}{2} \right) = \Delta \left( \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \right) = \dots$$

m. w rozprawy się przegad. w kierunku drogi  
~~złaskami, zależeć~~

z prz. dkk. prędkość układu dyspropaguj



Pytania :

Ciepłota:  $\frac{mv^2}{2}$  tylko w poziomie (Schli)

Spójrz na to z tym przedmiotem do punktu równow.

już w to zawieramy na przykład spójrz : mój albo parcie i nie ma siły

albo też w wydegi się raz od drugiego porusza i istnieją siły ciżmy i tchnięcia spójrz 4.

ale że one mogą być równie przeciwnie i dają rezultat zero.

Wzrost uogólniamy pojęcie siły o tyle że przypuszczamy możliwość równowagi

lub w ogóle współdziałania sił. Według doskonałości możemy wtedy albo mówić o sile wypadkowej, albo o równowadze. (Jeżeli natomiast chodzi o siłę i o jej działanie)

Wskazując te metody do mierzenia sił równowagi

nie tylko dynamicznie

ale i statycznie (z pomocą sprężyny)

I ten sam sposób też uogólniamy pojęcie pracy

Dwie siły są równoważne



przeważa praca <sup>(z pomocą miernika)</sup> praca = 0

ale możemy to zobaczyć w pracy dodatkowej

ciężkości i wjemmy sprężynę

Także ciśnienie powietrza wywierane na kółko w cylindrze równowagi wyczerpuje lub sprężynę

barometru lub anemometru

manometru słupkowy, sprężynowy

~~już to przesuniecie i to~~

Albo możemy powiedzieć, że siła jest po prostu siłą

spójrz na to i na to i na to i na to

Iny ten fakt dow. stony zwiazk z zaleznoscia z temperatury ciężar: fakt, że mi poradzają  
opracowania: ~~W~~ potoczniej: że sila ciężarowa prop. do powierzchni

czyli  $p = \frac{F}{S}$  ~~na jednostkę powierzchni~~  $p \cdot \Delta s = p \cdot \Delta v$

to samo jeżeli kontatli mamy jeden jakobyś inny dowolny, dla ciśnienia równomiernego:



$$\sum p \, d\omega \, \delta s = p \sum d\omega \, \delta s = p \sum d\omega = p \Delta v$$

Przebiegamy obecnie do obliczenia R. Rayona.

$$v = v_0 (1 + \alpha \theta)$$

$$P = p \alpha v v_0$$

$$1 \text{ atm} = 76 \cdot 13.5956 \cdot 9800 = 1013 \cdot 10^6$$

$$Q = (C - c) v p \theta$$

$$T = \frac{P}{Q} = \frac{p \alpha v v_0}{(C - c) v p \theta} = \frac{p \alpha k}{k(C - c) p} = \frac{1}{273} \cdot 76 \cdot 980 \cdot 13.6 \cdot 1.405$$

$$= \frac{10^6}{10^4 \cdot 1.5^2 \cdot 109} = \frac{10^8}{2.25 \cdot 109} = \frac{10^8}{2.4} = 42 \cdot 10^6$$

$$1 \text{ cal.} = 4.19 \cdot 10^4 \text{ Erg} \quad \neq 427.3 \text{ kgm}$$

$$10^7 \text{ Erg} = 1 \text{ Joule}$$

$$\frac{1 \text{ Joule}}{24} = \text{Watt}$$

to niedokładna metoda bo nie znamy dokładnie k

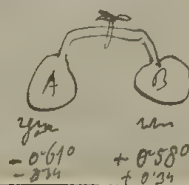
$$\frac{1.41}{1.40}$$

$$\text{Kilogramy } 75 \text{ kg} \approx 735 \text{ W}$$

do tego nie sadzono czy wzrostł i stał wzmocnił tylko iść na wzrostu?

To przynajmniej na pierwszy.

Gay Lussac 1807



leż mi dwie dokładne metody





June [20] 1891

Čuhj' egrotung aperecik

Rowland 1879

the col 00

150

crucifera col

~~42~~ 42.24.107

42.89. 10<sup>9</sup>

4220.107

9248

4789: 120845

28 189

9170

~~4-229-10045~~  
19

W. Hansen . 892

Elkton, June

*Histerici*

5-16.  $4.187 \cdot 10^7$  erg

Herrn „derrenin“

Normирование матер.

$$\delta \mathcal{L} = d\mathcal{U} + \delta \mathcal{P}$$

$$\delta \varphi = dM + \cancel{A_f} dv$$

prec = przeszerzenie  
jako w - jakiego

U Enyo var. color ~~+~~  $\theta$

= 60% rock energy coupling; 10% mech. stress & wave velocity by mass

$$1). \quad c_v d\theta = dU_1$$

$$2). C_F d\theta = dM_2 + A_F d\omega$$

$$du = \frac{\partial u}{\partial v} dv + \frac{\partial u}{\partial \theta} d\theta$$

jadi  $\frac{du}{dv} = 0$  ts

$$c d\theta = \frac{\partial u}{\partial \theta} d\theta$$

$$C_{do} = \frac{\partial u}{\partial \sigma} d\sigma + h_{p,dv}$$

$$A = \frac{C - c}{\mu} \frac{d\theta}{d\omega}$$

$$1. v = R\theta$$

$$\left(\frac{dw}{ds}\right)_{s=0} = \frac{2}{1/2}$$

$$A = \frac{C - E}{R}$$

C<sub>20</sub>-AR

→ to  
↓  
Tobin Jones, Mary Jones, John Jones  
Gay, Linn, John, Thomas

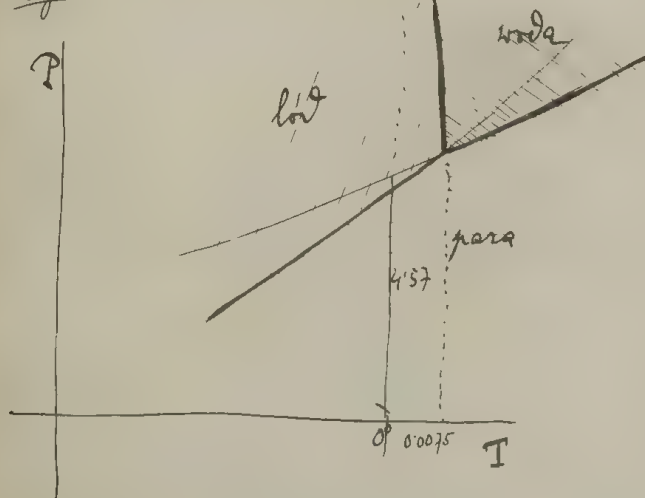


$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial x}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \frac{\partial u}{\partial x} = 0$$

czyli przy określaniu punktu byłoby to równe 0

To jest jednak jedynie punkt "potrzebny" mówimy, ~~do obliczenia~~  
~~temperatury~~ o nim musi się przebiegać krzywa para lodu z odpowiednim postępowaniem



i nie widać wyraźniej przebiegu

W praktyce wprowadzić należy lód, wodę, parę obok siebie, ale tylko dla tego  
 że obliczenia przebiegu powstania i stopienia parowania i dyfuzji, które prowadzi  
 następuje. Gdybyśmy powstanie uważali np. rozprawy pompy przemysłowej.  
 to byłby się tutaj przekonał, że danym warunkom i temp., musi odpowiadać tylko  
 jeden stan. Zwykle jednak warunki nie są dane, one same się ustнавлиają (zależy  
 temperatury otoczenia).

Np. lód wody w naszym czasie trwa podnosząc także także się tworzy prąd.  
 Para jest wytworzoną ale jakby byłaby miała warunki, są takie jakie woda w lodzie?  
 Jakby była ani dłużej przetrwał. Para wodna i lód w warunkach, w których się  
 wytworzy, będzie się kondensować na lodzie [i jeżeli iść dalej uśredniać się lód]  
 aż cała woda się zamieni w lód. To pochodzi z tego, że: musi być jakiś pewien porządek  
 obliczeń, które należy ustalić, że dla lodu nie ma już i musi być inny. I, że tylko lód-para może  
 istnieć.



Jest to szczególny przykład równowagi systemu „jednej substancji w dwóch fazach”, których to fazy nie mogą być oddzielone.

Dotychczas używaliśmy metody Clausiusa. Inna metoda zwrócenia uwagi na to.

Helmholtz  
Massieu, Gibbs, Duhem:

I.  $\Phi = U - TS + pV$  przy tym dwie funkcje niezależne  $U, S$  sprzeczność, bo nie  
można mieć jednej z tych funkcji niezależnie, więc musimy  
zrobić wyłączenie, czyli czy nie ma innej stałej?

czyli z innymi ich wyrażenie zależne od jakiejś funkcji? (Gibbs 1876)

Dwie takie funkcje

$U - TS = F$  (Helmholtz: <sup>1881</sup> free energy)  $= -H$  (Massieu <sup>1877</sup>) (functions <sup>1876</sup> charakterystycznych)

$U - TS + pV = \Phi$  potential termodynamyczny Duhem <sup>1886</sup>

Jego otrzymuje się przez podzielenie przez  $T$  i jako równanie różnicowe (względnie zależne!)

$$\frac{1}{T} (dU + p dV) = d\left(\frac{U}{T} + p \frac{V}{T}\right) = d\Phi \quad \text{czyli:}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{T} \left( \frac{\partial U}{\partial T} + p \frac{\partial V}{\partial T} \right) &= \frac{\partial \Phi}{\partial T} \\ \frac{1}{T} \left( \frac{\partial U}{\partial p} + p \frac{\partial V}{\partial p} \right) &= \frac{\partial \Phi}{\partial p} \end{aligned} \quad \left\| \quad \begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial T} &= \frac{U}{T} - S - T \frac{\partial S}{\partial T} + p \frac{\partial V}{\partial T} = -S \\ \frac{\partial \Phi}{\partial p} &= \frac{U}{T} - T \frac{\partial S}{\partial p} + p + p \frac{\partial V}{\partial p} = pV \end{aligned} \right.$$

~~Ważne: nie ma stałej, ponieważ wyrażenie jest~~

$$\Phi = U - TS + pV$$

$$\alpha = \frac{1}{T} \frac{\partial U}{\partial T} = \frac{1}{T} \frac{\partial \Phi}{\partial T} = \frac{\frac{\partial \Phi}{\partial T}}{\frac{\partial \Phi}{\partial p}}$$

$$\beta = -\frac{1}{T} \frac{\partial U}{\partial p} = -\frac{\frac{\partial \Phi}{\partial p}}{\frac{\partial \Phi}{\partial T}}$$

73

42

$$\frac{\partial S}{\partial T} = \frac{1}{T} \quad \frac{\partial U}{\partial T}$$

$$\frac{\partial F}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial T} - T \frac{\partial S}{\partial T} - S = -S$$

$$\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial v} = \frac{1}{T} \left( \frac{\partial \mathcal{U}}{\partial v} + A \mu \right)$$

$$\frac{\partial F}{\partial \mu} = \frac{\partial U}{\partial v} - T \frac{\partial S}{\partial v} = -A \mu$$

$$U = F - T \frac{\partial F}{\partial T}$$

$$\alpha = \beta = \begin{cases} \text{minimale } v \text{ in } \mathcal{A} \end{cases}$$

$$C_v = -T \frac{\partial \tilde{F}}{\partial T^2}$$

~~all - Pass Salt & Soda & vdg~~

II. Znovna odvraty am kritikom pruz  $\delta Q = 0$  ratu  $\delta S = 0$

przy nieodwracalnych to się nie stosuje wzór

7 Proc. vol.

II nie obra.

circ-  
 $\Phi$   $\rightarrow$   $W_1$

рас-суд  
 $u_2 \rightarrow \varphi$

wydz: n

III.

E<sub>2</sub>

$$W_1 = E_1 \varphi_1$$
$$\omega_1 = E_1 \varphi_2$$

Yds.

Robinson

W. E. B. DuBois

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

effect

noted,

to the very

ममि

praca  $W_1 - W_2$  została wykonana kmita wykładu  $(E_1 - E_2)\varphi$

may mean, ~~lowly~~ <sup>lowly</sup> ~~0~~ <sup>0</sup> ~~right~~ <sup>right</sup> ~~right~~ <sup>right</sup>

$$W_1 - W_2 \leq 0$$

$$E_1 - E_2 \approx 0$$

$$E_1 \leq E_2$$

Nie odwracalne mogą być między sobą odwracalne to

I). obr.

II) inw.

I)  $T_1 \dots \text{obr.} = \varphi_1$

II)  $T_2 \dots \text{obr.} = \varphi_2'$

$$\varphi_1 = \varphi_2 + W$$

$$\varphi_1' - \varphi_2' = W$$

$T_2 \dots \text{obr.} = \varphi_2$

$T_1 \dots \text{obr.} = \varphi_1'$

~~$\varphi_1' > \varphi_2$~~

~~$\varphi_1' > \varphi_2'$~~

uśredniając obie strony procesu:  $\varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_2' - \varphi_1' = -W$

$$\varphi_2 - \varphi_1' = \varphi_1 - \varphi_2'$$

zatem proces jest odwracalny

a jeżeli  $\varphi_2 - \varphi_2' < W$  to proces nie jest odwracalny

$$\varphi_2 - \varphi_2' < W$$

$$\varphi_2 \leq \varphi_2'$$

~~$$\varphi_2 - \varphi_1' \leq \varphi_2' - \varphi_1'$$~~

~~$$\varphi_1' \leq \varphi_1$$~~

$$\varphi_1' \geq \varphi_1$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 + W$$

~~$$\varphi_2 - \varphi_1' \leq \varphi_2' - \varphi_1'$$~~

~~$$-\varphi_1' \leq -\varphi_1$$~~

~~$$\varphi_1 \leq \varphi_1'$$~~

$$\varphi_1' = \varphi_2' + W$$

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_1} = \frac{W}{\varphi_1}$$

$$E' = \frac{\varphi_1' - \varphi_2'}{\varphi_1'} = \frac{W}{\varphi_1'}$$

$$E' < E$$

zatem dla nie odwracalnych:

$$1 - \frac{\varphi_2}{\varphi_1} > 1 - \frac{\varphi_2'}{\varphi_1'}$$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} < \frac{\varphi_2'}{\varphi_1'}$$





2 punktu mechanizmu Boltzmana: uporządkowane systemy skłócają się od siebie i w końcu  
przechodzą do równowagi

Ruchy molekularne zamieniają się w molekularne i termiczne.

(Molekule bierze się z nich jest  
mniej energii porządkowanej.)

To się odnosi do systemów izolowanych (adiabatyki)

W praktyce nie napotykamy na takie przypadki.

Pytanie, czy się udaje ustalić izotermiczne.

$T = \text{const.}$  w jaki sposób <sup>utrzymanie systemu</sup> <sup>warunków</sup> <sup>przez</sup> <sup>stałą</sup> <sup>temperaturę</sup>, oddziaływanie chemizmu etc  
de stała temperatura.

Żadne, wtedy jeszcze możemy postąpić inaczej.

in  $\int_1^2 \frac{\delta Q}{T} \leq S_2 - S_1$  tylko że teraz nie możemy postawić  $\delta Q = 0$  tylko  $T = \text{const.}$

$$\frac{Q_2 - Q_1}{T} - (S_2 - S_1) \leq 0 \quad \text{wtedy } (T) \text{ mamy jednak: } Q_2 - Q_1 = U_2 - U_1 + W_1^2$$

$$\therefore U_2 - U_1 - T(S_2 - S_1) + W_1^2 \leq 0$$

Teraz dwa szczególne <sup>niezależne</sup> przypadki możemy:

I). Prace wykonana  $= 0$  (wykluczamy jeszcze szczególne np. magnetyczne etc itp)  
gdy  $v = \text{const}$  to praca wykonana  $= 0$  i ograniczamy się do prac  $\delta p$  etc

$$W_1^2 = 0$$

Wzrost dla możliwych zmian:

$$U_2 - TS_2 - (U_1 - TS_1) \leq 0$$

$$\text{tj. } F_2 - F_1 \leq 0$$

$$F_2 \leq F_1$$

tj. Energia swobodna musi  
się tylko zmniejszać

Z tego stanu równowagi możemy wyznaczyć warunki konieczne przy  
 $\Phi_2 = \Phi_1$   
 $\delta \Phi = 0$

II): Praca polega na przesunięciu substancji p (stały i równy w obu systemach)

$$U_2 - U_1 - T(S_2 - S_1) + A p (v_2 - v_1) \leq 0$$

$$U_2 - T S_2 + A p v_2 - (U_1 - T S_1 + A p v_1) \leq 0$$

$$\Phi_2 - \Phi_1 \leq 0$$

$\Phi_2 \leq \Phi_1$  potencjał termodynamiczny przy przemianie  
 izotermicznych i izopietycznych musi być albo mniejszy

czyli w kierunku zmniejszenia energii

stwierdzenie to jest nie do zaprzeczenia

$\delta \Phi = 0$  w tym punkcie  $\Phi$  będzie Minimum

Do czego to prowadzi nas? Tam gdzie stan jest równowagowy.

Wtedy w obu systemach nie ma różnicy w energii.

Wtedy dla obu systemów otrzymujemy z równań energii, chemizmu i entalpii  
 stan równowagi, które nie mają zależności od temperatury.

Jest to pole badawcze.

Wpływ temperatury na równowagę.

Wzrost temperatury prowadzi do zmiany

$$\Phi = x \Phi_p + (1-x) \Phi_v$$

$$\delta \Phi = 0 \quad (\Phi_p - \Phi_v) \delta x = 0$$

wzr. konwersyj. warunk.:

$$(\Phi_p - \Phi_u) \delta x \leq 0 \quad \text{wzr. jeżeli } \Phi_p > \Phi_u \text{ tody musi } \delta x < 0$$

niekropliny  
nastąpi ~~konwersja~~

$$\Phi_p < \Phi_u \quad \delta x > 0 \quad \text{parowanie}$$

$$\Phi_p = \Phi_u \quad \text{równowaga, stan nierównow.$$

$p, T$  równow. ustal.  
 $\Phi$  nie może być funkcją  $p$  i  $T$

$$\text{wzr. } \Phi_p(p, T) - \Phi_u(p, T) = 0$$

$$\text{To znaczy } p = p(T)$$

co określi krzywą przelotową pary

Takie  $p$  oznaczamy przez  $P$ .

Dla dwóch punktów na tej krzywej można obliczyć

$$\frac{\partial}{\partial p} [\Phi_p - \Phi_u]_T dp + \frac{\partial}{\partial T} [\Phi_p - \Phi_u]_p dT = 0$$

Uwzględniając dotychczasowe formuły mamy jednocześnie  $\frac{\partial \Phi}{\partial p} = A v$   $\frac{\partial \Phi}{\partial T} = -S$

$$\underbrace{(v_p - v_u)}_{\text{różnica entropii w stanie ustalonym}} dP = (S_p - S_u) dT$$

$$= \frac{\delta \Phi}{T} = \frac{r}{T}$$

$$r = A T (s - b) \frac{dP}{dT}$$

Aby otrzymać takie drugie równanie dla różniczkowania  $\Phi$  drugie raz

$$\text{Najpierw z br. } \frac{dr}{dT} = A (s - b) \frac{dP}{dT} + A T \left( \frac{ds}{dT} - \frac{db}{dT} \right) \left( \frac{dP}{dT} \right) + A T (s - b) \frac{d^2 P}{dT^2}$$

a różniczkując  $\frac{\partial \Phi}{\partial p} \frac{dP}{dT} + \frac{\partial \Phi}{\partial T} = 0$ :

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p^2} \left( \frac{dP}{dT} \right)^2 + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial T} \frac{dP}{dT} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial p} \frac{d^2 P}{dT^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2} = 0 \quad | \text{ ze względu na } 1, v$$

Podstawę tuż daną formuły:

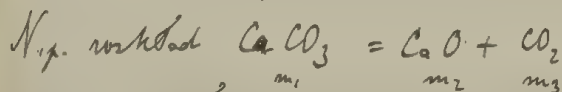
$$T \frac{dP}{dT} (s-g) + T \left( \frac{dP}{dT} \right)^2 \left( \frac{ds}{dT} - \frac{dT}{dT} \right) + 2T \frac{dP}{dT} \left( \frac{ds}{dT} - \frac{dT}{dT} \right) = (C_p - C_v)_{\text{mole}} \pm (s-g) \frac{dP}{dT}$$

$$\frac{ds}{dT} - \frac{r}{T} = \left[ (C_p - T \alpha s \frac{dP}{dT}) - (C_v - ) \right]$$

Wg. tej samej formuły ~~in~~ metody jak dawniej:

O równowadze systemów chemicznych

Woda i tlen ziemski przemiany stają się częścią większą pod to określenie



Mamy 3 ~~całe~~ substancje między którymi zachodzi:  $dm_1 = -dm_2 = -dm_3 = \dots$   
 zachodzi rozkład  $CaCO_3$  rozkłada się jedna  $CaO$ ; jedna  $CO_2$

Podobnie: Parowanie wody  $m_1$ , woda  $m_2$  par  $dm_1 = -dm_2$

Lavoisier's nomenklatura: 1. ilość chemicznie różnych substancji (3 w I, 2 w II)  
 = ilość składowników

2. ilość części pod względem przynależności do różnych, od siebie oddzielonych, od siebie powiązanych ograniczeń = ilość faz (np. 2 w II)

Woda, tlen, para składownik 3 fazach



grammolekula = masa tych gramów jak ciąża molekularna

$n$  = ilość gramów w tej substancji np.  $1 \text{ kg } H_2O = \frac{1000}{18} = 55.5 \text{ gramów}$

jeśli te dane są takie, to zmierzmy się ilości  $n_1$  a pozostałe  $n_2$   $n_3$

$$dm_1 : dm_2 : dm_3 = n_1 : n_2 : n_3$$



Tworzymy najlżejszą energię w tym tutaj układzie z nich.

Oblizy <sup>Entropia</sup> ~~potencjał termodynamiczny~~ mieszaniny gazów | I). Zależność masy od  $\Phi$   
II). " " Daltona

N. p. 2 gazy mieszanina  $T, p$

$$p = p_1 + p_2$$

$$p_1 = \frac{n_1 T}{V}$$

$$p_2 = \frac{n_2 T}{V}$$

$$n_1 : n_2 = \frac{m_1}{M_1} : \frac{m_2}{M_2}$$

$$n_1 = \frac{m_1 M_2}{M_1 M_2}$$

$$p_1 = p_1 n_1 T$$

$$p_2 = p_2 n_2 T$$

$$p_1 = n_1 \frac{H T}{V}$$

$$p_2 = n_2 \frac{H T}{V}$$

$$p_1 = \frac{n_1 M_1}{V}$$

$$n_1 = \frac{V_1}{V} = \frac{\text{masa}}{\text{ciężar właściwy}}$$

$$= \frac{m_1}{M_1}$$

ilosc molar

$$\Phi_1 = U_1 - T S_1 + p_1 V$$

$$\Phi = (n_1 + n_2) \frac{H T}{V}$$

$$\Phi_2 = U_2 - T S_2 + p_2 V$$

$$\frac{p}{p} = \frac{RT}{V}$$

$$p = \frac{RT}{V} = \frac{n RT}{V} = \frac{p}{V} = n$$

$$\Phi = U - T S + p V$$

I). Wygląd  $U$ :  $U = U_1 + U_2$

$U_1$   
 $U_2$  } em. wzm. od gazów przy tej temp.  
(niech. 2 objętości)

Do jedyń z miana dwa gazy o różnych cięciwności i temperatur, to prace rozprężna = 0  
coż  $\delta \Phi = dU = c dT$  a doświadczenie pokazuje że to = 0 i nie następuje  
opracie ani oddziaływanie

II). Wygląd  $p$  jedyń  $p = p_1 + p_2$

III). Wygląd  $S$ :

$$dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dU + A_2 dV}{T} = \frac{dU_1 + dU_2 + A_1 p_1 + A_2 p_2 dV}{T} = \frac{dS_1 + dS_2}{T}$$

~~2.  $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$~~  ~~to jest jasne!~~

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$ds_1 = \frac{du_1 + A p_1 dv_1}{T}$$

$$v_1 = \frac{V}{n_1}$$

$$du_1 = c \cdot n_1 dT$$

$c_1 = \text{ciężar molekularny}$

Entropia jednego ~~molu~~ gramochwytu

$$= \int \left[ n_1 \left[ p_1 \frac{dT}{T} + A \cdot \frac{n_1 H}{v_1} \frac{dv_1}{n_1} \right] \right]$$

$$v_1 = \frac{V}{n_1} \quad n_1 = n_1 + n_2 \quad v_2 = \frac{V}{n_2}$$

$$= n_1 \left[ p_1 \log T + A H \log \frac{T}{p_1} + \text{const} \right]$$

$$V = \frac{(n_1 + n_2) H T}{p}$$

$$= p_1 \log T + A H \log \frac{(n_1 + n_2) H T}{p n_1} + \text{const}$$

$$= p_1 \log T + A H \left[ \log \left( \frac{T}{p} \right) + \log \left( \frac{n_1 + n_2}{n_1} \right) \right] +$$

$\frac{n_1}{n_1 + n_2} = h_1 = \text{stosunek gramochwytów do całej ilości gazu}$

$$= n_1 \left[ p_1 \log T + A H \log \frac{T}{p} - A H \log h_1 + k_1 \right]$$

$k_1 = \text{stała entropii dla jednego gramochwytu przy ciśnieniu p}$  (stała Boltzmanna)  
 $S = n_1 s_1 + n_2 s_2 - A H \log h_1$   
 $s_1 = \text{stała entropii dla jednego gramochwytu przy ciśnieniu p}$   
 $s_2 = \text{stała entropii dla jednego gramochwytu przy ciśnieniu p}$

Tak samo oczywiście dla drugiej, której stała entropii

Zastosujemy te rezultaty do roztworów rozrzedzonych, a później do dyfuzji

~~Wzajemne~~ Wzajemne objętości roztworu nie jest sumą objętości substancji składających się na niego, możemy kontrolować, (zawsze tak obserwujemy)

ale dla mieszk. masył i ilości masyłowych objętości masyłowej (lub masyłowej) proporcjonalne do ilości, więc jeżeli  $v = \text{objętość jednego gramochwytu}$  ośrodka

$$V = n v + n_1 v_1 + n_2 v_2 + n_3 v_3 \dots \quad \text{zamiast tego dla symetrii musimy napisać } v = v_1, \text{ etc.}$$

choć i nie musimy tego robić

$$V = n v + n_1 v_1 + n_2 v_2 + \dots$$

$$n_2 = n_1 + n_1 + n_2 + n_2$$

$N, p, d, n_1, n_2, n_3$

$$dS = \frac{dU + A_p dV}{T} = \sum \frac{n_i (du_i + A_p dv_i)}{T} = \sum n_i ds_i$$

$$ds_i = du_i + A_p dv_i$$

si jest tylko strumień de mi energii utęgi całej krytyki;  
wzajemności [z wyjątkiem  $s_0$ ]

$$s_i = \int \uparrow = f(T, p) - N_i$$

$N$  = wielkość stała, wyc. niezależna od  $p, T$

$$S = n(s + N) + n_1(s_1 + N_1) + n_2(s_2 + N_2)$$

Odczytanie wielkości stałej  $N$  według Plancka:

Ponieważ niezależnie od  $p, T$  wyobrażamy sobie substancję opisaną powyższymi  
tępn. krytyczną wtedy wszystkie ferow, mitylko odcinek de takiej sil

[To pokazi doświadczenie Harnay Harnay & Hegerth <sup>(1888)</sup> Wiertel. II 2 p. 672

no wstrząs  $S$  --  $CO_2$ ; różnych soli; organiczne nbt. w  $(C_2H_5)OH$ ,  $CO_2$  etc.

Tak samo (Votet 1895)]

wyc. powstanie mieszaniny ferow który entropii już mamy

1) Rodzaje wartości temperatury sprężki:

W wyrokach temp. g. stanów

$$U = n(f, T + c) + n_1(f_1, T + c) + \dots$$

$$V = \frac{HT}{p} (n_1 + n_2 + n_3)$$

$$ds = f, dT +$$

$$U = n(f, T + c) + n_1(f_1, T + c) + \dots$$

$$V = \frac{HT}{p} (n_1 + n_2 + n_3)$$

~~$$U = n(f, T + c) + n_1(f_1, T + c) + \dots$$~~
~~$$V = \frac{HT}{p} (n_1 + n_2 + n_3)$$~~
~~$$ds = f, dT +$$~~

$$dU = n f, dT + n_1 f, dT + \dots$$

$$dV = n H \left( \frac{dT}{p} - \frac{T dp}{p^2} \right) + n_1 H \left( \frac{dT}{p} - \frac{T dp}{p^2} \right) + \dots$$

zatem  $dS = \sum n \left( \mu \frac{dT}{T} + A_p H \frac{dT}{T} - A H \frac{dp}{p} \right)$

$ds_p = \left[ \text{tylko składowe!} \right]$

$$s = (\mu + A H) \log T - A H \log p + k$$

$$S = n[(\mu + A H) \log T - A H \log p + k + N]$$

$$+ n_1[(\mu_1 + A H) \log T - A H \log p + k + N_1]$$

$$+ \dots$$

Przejdźmy do 2 poziomu dla <sup>mierzonym</sup> form:

$$S = n[(\mu + A H) \log T - A H \log p + k - H \log h] + \dots$$

widzimy że

$$N = -H \log h \quad \text{etc.}$$

zatem  $S = n(s - H \log h) + n_1(s_1 - H \log h_1) + \dots$

wieź jedyńskie składowe:  $\varphi_i = u_i - T s_i + A_p v_i$  etc.

$$\Phi = \cancel{n\mu} + n u + n_1 u_1 + n_2 u_2 + \dots$$

$$- n(T s - A T H \log h) - n_1(T s_1 - A T H \log h_1) - \dots$$

$$+ A_p (n v + n_1 v_1 + \dots)$$

$$\Phi = n(\varphi + A H T \log h) + n_1(\varphi_1 + A H T \log h_1) + \dots$$

$\delta \Phi = 0$  przy warunku niezależności zmiennych:

$$= \frac{\partial \Phi}{\partial n} dn + \frac{\partial \Phi}{\partial n_1} dn_1 + \dots = 0$$



$$\frac{\partial \Phi}{\partial n_1} = (\varphi_1 + HT \log h) + n_1 HT \frac{\partial \log h}{\partial n_1}$$

$$\frac{\partial \log h}{\partial n} = \frac{1}{h} \frac{\partial h}{\partial n}$$

$$\log h = \log n - \log(h/n) \quad \text{dla } h/n = 1$$

$$\frac{\partial}{\partial n} \left( \frac{1}{h} \right) = -\frac{1}{h^2} \frac{\partial h}{\partial n}$$

Wzrost kosztów, jeśli dochodzi do zmiany

$$\sum \frac{n_i \partial h_i}{h_i \partial n_i} = \sum \frac{n_i}{h_i} \frac{\partial h_i}{\partial n_i}$$

$$= \varphi + HT (\log h + 1) HT$$

to co nie zmienia się w czasie

$$[\varphi + HT (\log h + 1)] dn + [\varphi_1 + HT (\log h_1 + 1)] dn_1 + \dots = 0$$

$$- \frac{\partial \log h}{\partial n} \frac{\partial h}{\partial n} dn + \dots$$

$$dn : dn_1 : dn_2 = v_1 : v_2 : v_3$$

Wtedy jeżeli z równań u.p. da jako rozwiązanie:

$$dn_1 = \frac{v_1}{v} dn \quad dn_2 = \frac{v_2}{v} dn \quad \text{etc.}$$

$$\log h_1 = \log \left( \frac{h_1}{n} \right) = \log h - \log \left( \frac{n}{n_1} \right)$$

$$\frac{\partial \log h_1}{\partial n_1} = \frac{1}{h_1} - \frac{1}{n_1 + n_2 + \dots}$$

prosto typ

$$n + n_1 + n_2 + \dots = \text{const}$$

$$\text{z tego } \sum dn = 0$$

$$[\varphi + HT (\log h + 1)] v + [\varphi_1 + HT (\log h_1 + 1)] v_1 + \dots = 0$$

$$HT (v \log h + v_1 \log h_1 + \dots) = -(v \varphi + v_1 \varphi_1 + v_2 \varphi_2)$$

Wzrost kosztów, jeśli dochodzi do zmiany, maony produkcji:

$$HT (v \log h + \dots) = -(v \varphi + \dots)$$

$$\text{lub też: } h^v h_1^{v_1} h_2^{v_2} = f(v, I)$$

Zastosowanie do porównania i wyboru

przy tym 2 formy, oryginalna i uśredniona, to sama formuła, tylko że h dla każdej formy innej technologii.

Fakt dowiodłszy, że para nad wodorem soli zawiera prawie wszystkie (destylowane wody morskiej no okretach)

wie n ilość gda wody słonej

n<sub>1</sub> " " soli

n<sub>2</sub> " " wody słonej

zatem innowacja:  $\mu = \mu_1$

$$\text{wtedy } \varphi + AHT \log c = \varphi_1 + AHT \log c_1$$

$$dn_1 = 0 \quad dn_2 = -dn$$

$$v: v_1: v_2 = 1: 0: -1$$

$$AHT (\log h - \log h_2) = -\varphi + \varphi_2$$

$$= \log \frac{h}{h_2} = \log \frac{n}{n+n_1}$$

$$\log \frac{n+n_1}{n} = \frac{-1}{AHT} (\varphi_2 - \varphi)$$

$$= \log \left(1 + \frac{n_1}{n}\right) \stackrel{\text{przbl.}}{=} \frac{n_1}{n} = -\frac{(\varphi_2 - \varphi)}{AHT}$$

$$h = \frac{n}{n_1+n}$$

$$h_1 = \frac{n_1}{n_1+n}$$

$$h_2 = \frac{n_2}{n_2} = 1$$

I faza

II faza

$$\text{ogólnie } \varphi_2 - \varphi = kT = kT_0 + \Delta T \frac{\partial \varphi}{\partial T} + \Delta T \frac{\partial \varphi}{\partial T} + \dots$$

$$\frac{n_1}{n} = \frac{1}{1 + \frac{n}{n_1}} \approx \frac{n_1}{n} = \frac{1}{1 + \frac{n}{n_1}} \approx \frac{n_1}{n}$$

Jżeli ciśnienie par nad wodą wyst. zmienia się przez  $P_0$  to

$$(\varphi_2 - \varphi) = (\varphi_2 - \varphi)_0 + (P_0 - P) \frac{\partial (\varphi_2 - \varphi)}{\partial P}$$

$$= (\varphi_2 - \varphi)_0 + A(P_0 - P)(v_2 - v)$$

Jeżeli nad wodą wyst. równowaga wówczas  $\varphi_2 = \varphi$  zatem

$$\frac{n_1}{n} = - \frac{(P_0 - P) v_2}{HT}$$

$$\frac{v_2}{AT} = \frac{1}{P}$$

$$= - \frac{P_0 - P}{P}$$

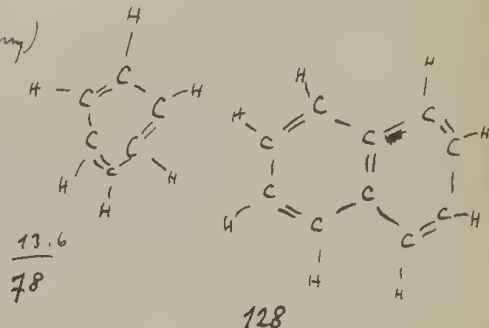
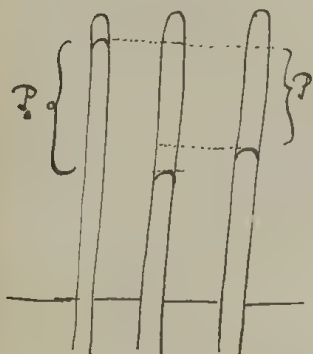
procentowa stężenie = iloraz stężenia ciśnienia par = stężenie ~~ciężkości~~ frakcji drobnej soli i wody

Od powyższego wiadomo że para nad roztworem ma mniejsze ciśnienie niż nad czystą wodą, ale powyższe rozumowanie nie wykazuje ogólnego prawa, bo wymaga wyznaczenia właściwości w których nie ma zbyt skomplikowanego, pełnego zrozumienia o których dajemy. Również (1886) wyznaczenie właściwości chemicznych itp. i dowód że ogólnych praw które zawarte są w tej formule:  $\frac{n_1}{n+n_1} = - \frac{P_0 - P}{P}$  przy założeniu równowagi między

1. ~~Obliczenie ciśnienia parowego substancji w zależności od temp.~~

Dowodowa demonstracja:

3 maki <sup>> 76 cm</sup> styg, napelnione, w jednym połącz, w drugim mola soli Benzolu  
w temperaturze 100°C C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> + 128 g C<sub>7</sub>H<sub>8</sub> (Naphthalin)



Stosunek  $\frac{P_0 - P}{P_0}$  powstaje w zależności od temp.

2. Obliczenie proporcjonalności do stężenia, koncentracji ~~|| obliczenie~~ ~~zależności~~ ~~zależności~~ ~~zależności~~

3. Obliczenie węższych substancji w tym samym środowisku ~~zależności~~  
prop. do stężenia dwójki tych subst.; zatem obliczenie proporcjonalności na jej  
gramodzielności dla wszystkich subst. równo. Wtedy znowu wykonywanie wyliczeń w  
tem. węższych substancji skłóci odpowiadając to same obliczenie.

4. W różnorodnych środowiskach obliczenie (stosunek) równo jeżeli ~~stężenie~~ koncentracja  
gramodzielności równo (zatem obliczenie dwójki prop. ~~zależności~~ w)

$$\frac{n_i}{n} = \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n_i}{w_1} \cdot \frac{w}{m}$$

W drugim przykładzie:

$P_0$  dla temp.  $+20^\circ\text{C}$ :  $P_0 = 75 \text{ mm}$

$$\frac{100}{78} = 1.28 = n$$

$$\frac{12.8}{128} = 0.1 = n_1$$

$$\frac{n_1}{n} = \frac{0.1}{1.28} = 0.078$$

$$\Delta P = 0.078 \cdot 75 = 5.85$$

$$P = 69.15$$

$$\left( \frac{n_1}{n+n_1} = \frac{0.1}{1.38} = 0.072 \right)$$

$$\Delta P = 0.072 \cdot 75 = 5.4$$

Oczywiście to może służyć do oznaczenia wspaniałego cieczowego substancji.

n.p. kwas solenowy w eterze

$$13.8 \text{ g. na } 100 \text{ g. } (C_2H_5)_2O = \frac{29}{58} \cdot 74$$

$$P_0 = 420 \text{ mm}$$

$$P = 388 \text{ mm}$$

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{32}{420} = \frac{13.8}{100} = \frac{13.8 \cdot 74}{100 \cdot w_1}$$

$$w_1 = \frac{13.8 \cdot 74 \cdot 420}{32 \cdot 100} = \frac{6.9 \cdot 74 \cdot 21}{8} = \frac{7 \cdot 73 \cdot 21}{8}$$

$$\frac{1022}{1073} \cdot 8 = 134$$

Formułka z androg chemicznej:  $C_6H_4.OH.CO_2H$

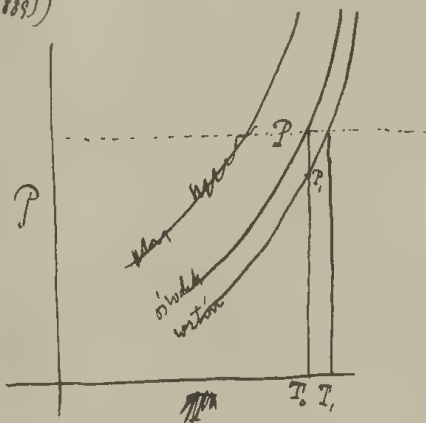
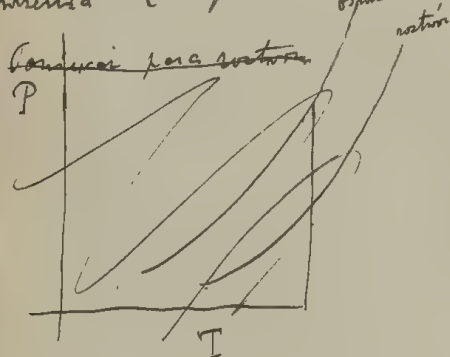
$$w_1 = \frac{138}{138} \text{ w.} \quad \text{dobra zgodność}$$

$$\text{ogólnie: } w_1 = \frac{m_1}{m} \cdot \frac{P_1}{P_0 - P}$$

To bardzo ciekawy środek rozpuszczalności dla tych ciał, które mają wysoki punkt wrzenia, które się nie odparowują, które nie ulegają rozkładowi, które nie ulegają utlenieniu, które nie ulegają fermentacji.



Wiele wygodniejszą metodą podmuch polya niż na minimum  $P$  tylko za temperatury  
 mienia (w oparciu o <sup>depression</sup> <sup>point</sup> <sup>of fusion</sup> (1891))



$$\text{przybliżenie: } P - P_0 = (T_1 - T_0) \frac{dP}{dT}$$

Ważne uwagi krytycz (PT) dla środka miana z obrotowego podzielnika punkt  
 mienia gradient  $P - P_0$

(Kp. w tamtych przykładach:

$(C_{H_2O})_{0.01}$	10°	184°	102°	43°	150°	347°	85.5°	5 = 17.1
	20°	286°	123.2°	55°	200°	433°	86.5°	5 = 17.1
	20°	433°	147°	55°	250°	519°		
	40°	635°	202°	70°				
	40°	907°	272°					

$$190^\circ \quad p = 420$$

$$20^\circ \quad p = 437$$

$$\frac{dp}{dT} = 17$$

$$T_1 - T_0 = \frac{32}{17} = 1.88^\circ \text{ co łatwo mierzyć z dokładnością 5\%}$$

$$\text{waga} \quad \frac{n_1}{n} = (T_1 - T_0) \frac{1}{P_0} \frac{dP}{dT}$$

$$= \frac{T_1 - T_0}{P_0} \frac{n}{(v_1 - v_0) AT} \neq \frac{(T_1 - T_0) \cdot n}{A H I_0^2} = \frac{T_1 - T_0}{A H T^2} (n_{p,0})$$

A w ogóle dla stężenia roztworu  $n_{p,0}$

$$\Delta T = \frac{A H T^2}{n_{p,0}}$$

Ważę ~~już~~ <sup>ciężar</sup> do 100g wody doda się 1 gram dodatku substancji

$$n = \frac{100}{74} \quad T_1 - T_0 = \frac{P_0}{\frac{dP_0}{dT}} \cdot \frac{74}{100} \cdot n_1 = \frac{760}{17} \cdot \frac{74}{100}$$

89  
55

Oczywiście wiel. wyprzedzają byłoby mniejsze do przy 760 mm tj. wyższy punkt wrzenia.

Podwyższenie punktu wrzenia

Kp. wody

<del>90°</del>	<del>5.25</del>	98°	707.2	} 54.4 \frac{dP}{dT} = 27.2
<del>100°</del>	<del>760</del>	99°	733.2	
<del>110°</del>	<del>1073</del>	100°	760	
		101°	787.6	
		102°	810.0	

$$T_1 - T_0 = n_1 \cdot \frac{P_0}{\frac{dP}{dT}} \cdot \frac{1}{n}$$

ważę na 100 gr.

$$n = 100 : 18 = 5.55$$

$$\frac{760 \cdot 18}{27.2 \cdot 100} = 5.17$$

$$= 5.17 \cdot n_1$$

# podwyższenie punktu wrzenia po 1 gram dodatku na 100g wody = molekule  
Siedypunktserhöhung

Kp. 22.8 g cukru technicznego na 100g wody

$$t - t_0 = 0.35$$

$$\text{ważę } n_1 = \frac{0.35}{5.17} =$$

$$\text{zatem } \omega = \frac{22.8}{n_1} = \frac{22.8 \cdot 5.17}{0.35} = 2 \frac{228 \cdot 5.17}{7} = \frac{456 \cdot 74}{1029}$$

$$\omega = 337$$

$$\begin{array}{r} 744 \\ 22 \\ \hline 176 \\ 362 \end{array}$$



przy stałym ciśnieniu

$$\varphi_2 - \varphi = (\varphi_2 - \varphi)_0 + (T - T_0) \frac{\partial(\varphi_2 - \varphi)}{\partial T}$$

= 0 dla wody czystej przy punkcie krzepnięcia

$$\frac{\partial \varphi}{\partial T} = -S$$

$$\varphi_2 - \varphi = -(T - T_0) \left( \frac{S_2 - S}{T_0} \right)$$

$$= + Q \frac{T - T_0}{T}$$

$$S_2 - S = \int_{T_0}^T \frac{\delta Q}{T} = - \frac{Q}{T}$$

$$\frac{n_1}{n} = \frac{\Delta \theta (S_2 - S)}{AH \theta} = - \frac{\Delta \theta \cdot \frac{Q}{T}}{AH \theta}$$

$$\frac{n_1}{n} = \frac{T_0 - T}{T} \frac{Q}{AH T}$$

$Q$  = ciepło topnienia pro 1 gr. drożdzy  
= 112 W

$$= \frac{T_0 - T}{T^2} \frac{112}{AH}$$

Stwierdźmy  $p = \frac{n H T}{V}$

$$\frac{HT}{\omega} = \frac{p V}{n \cdot \omega} = \frac{p}{M} = \frac{p}{\rho}$$

$$= \frac{T_0 - T}{T_0} \frac{p}{p_0}$$

wzr. n<sub>1</sub> dla wody n = 80

$H = 10^6 \cdot 28$   
do obliczenia H potrzebujemy danych do  
wzr. drożdzy niemieckiej

$$\text{dł. p. } \rho_n = 0.001254$$

$$H = \frac{10^6 \cdot 28}{0.001254 \cdot 273}$$

wzr. dla wody  $\frac{n_1}{n} = (T_0 - T) \frac{20 \cdot 6 \cdot 120}{80 \cdot 42 \cdot 10^6 \cdot 48} \cdot 0.001254 = \frac{720 \cdot 0.001254}{91} = \frac{T_0 - T}{102}$

$$\Delta T = 0.02 T^2 \text{ na } \frac{1 \text{ mdr.}}{100 \text{ gr.}}$$

Np. cukier trzcinowy i wodni

51.3 g.

$$T = -2.8^\circ$$

$$\frac{n_1}{n} = \frac{2.8}{102}$$

$$n = \frac{100}{18}$$

CH<sub>2</sub>O

$$n_1 = \frac{100 \cdot 2.8}{102 \cdot 18}$$

$$\omega = \frac{m}{n_1}$$

$$\omega = \frac{102 \cdot 18 \cdot 51.3}{2.8 \cdot 100} = \frac{51 \cdot 51.3 \cdot 9}{79} = 336$$

Tok namy tri przy  $\frac{n_1}{n} p AT$   
namy:  $\Delta T = \frac{\Delta \theta}{\frac{\partial \theta}{\partial T}} = \frac{n_1 p AT}{n} = \frac{n_1 R AT^2}{n}$   
 $n = AT \frac{\partial p}{\partial T} \cdot \frac{1}{AH}$



wieś na jedną gramu drobinę <sup>pro 1%</sup> przegrada

$$\text{a ogólnie: } T_0 - T = \frac{T^2}{K} \frac{\Delta H}{100} = 0.02 \frac{T^2}{K} \text{ a zatem:}$$

$$T_0 - T = \frac{102}{n} = \frac{102}{100} \cdot 18 = 18.5^\circ \text{ w wodzie}$$

<del>przebieg</del> dla kwasu Octowego	$= 38.6^\circ$	temp. kryz.	$20^\circ$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
Benzol	$50.0^\circ$		$4.9^\circ$	$\text{C}_6\text{H}_6$
Nitrobenzol	$70.7^\circ$		$5.3^\circ$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

Je <sup>podany</sup> pierwsza oryginalna wina takie dla aliazów

Opilung zjawisko: obniżenie punktu Krzyżowego przez domieszkowanie innych ciał  
 Różd do lotowania Pb-Sn ... 1870

N.p. Metal Wooda

Pb	4	2640
Pb	2	3280
Sn	1	2320
Cd	1	3210

$$\left. \begin{array}{l} 8 \text{ K } 620 \\ 5 \text{ Na } 980 \end{array} \right\} + 60.5^\circ$$

Fe: 1500-1800°

Stal: 1300-1400°

Wązki: 1000-1200°

Historia badania Temmann dla smalców  
 Hysok Nostle # Na, Sn

Np dla Hg obliczone  $\Delta$  dla jednej prędkości rozpuszczenia (388) ~~zwiększenia~~ ~~zwiększenia~~  
~~temperatury jego drobin~~ Inclusions (błędy dyfuzji stonowej jego drobinowy):

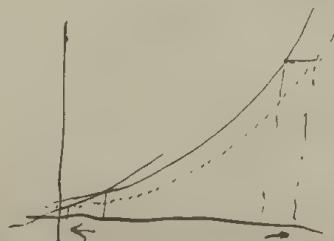
K: 560-312

Na: 460-385

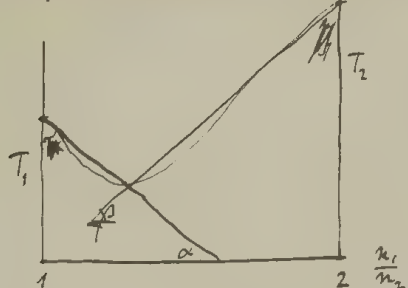
Th: 460-320

Zn: 436-336

Nie występuje zjawisko w kierunku że te metale (i t.d.)  
 mają drobinę zduś stonowe



Coronijnze diase o składowe stopniowo się zmienia



$$T_{\alpha} = \frac{0.02 T^2}{x_1}$$

$$T_{\beta} = \frac{0.02 T^2}{x_2}$$

(przebiegiem ~~tytułu~~)

~~zawieszają~~ domieszkę - 2 do 1 w wrażliwych płowach  
choć niżej punkt I, tożsamo domieszkę - 1 do 2  
toteż wreszcie punkt najniższy, przy którym  
rozprężenie nie może być wywołane ani 1 ani 2 osobno  
tylko wydzieli się sam roztwór  
wzrost ten sam składowe jak roztwór  
mieszanki „eutektycznej” (Smitha)

zinde się odlewać zot mieszaniny dwóch substancji

przy pewnej temp. zależnej od składu [którego stężenie przytę obliczamy według  $\Delta T = \frac{0.02 T^2}{x}$ ]

zaczyna się wydzielać krystalizacja z roztworu <sup>jednej substancji</sup> ~~roztworu~~, przy tem wywołuje się  
ciężko, zotem dolne ~~stężenie~~ składowe składowe roztworu przy jego powolnej koncentracji  
wskaza, zotem punkt krzepnięcia, zot wreszcie osiągnęła tożsamość temp. eutektycznej.

(Zwrot <sup>rozpuszczenia</sup> ~~rozpuszczenia~~ punkt). [Na tem polega „Patinsonowanie” aluminu Pb-Ag w celu wydzielenia Ag]

temp. jest eutektyczną dla mieszaniny dla mieszaniny eutekt. Gdybyśmy  
był i odcie określony punkt krzepnięcia, dla tego twierdzą <sup>mylnie</sup> myślimy że to nie mieszanina  
tylko związek chemiczny.

To sprzeczne np. zotem „skrystalizacja” krystalizacja ~~skrystalizacja~~ roztworu wzięt

składowe koncentracji się <sup>co do substancji</sup> ~~przy krystalizacji~~ ~~rozpuszczenia~~ ~~skrystalizacji~~

Np. 26.6 % Na w roztworze krzepnie przy  $-23^{\circ}$

$$\text{gdzie formuły tems jako roztworu: } n_1 = \frac{26.6 \cdot \frac{100}{75.4} \cdot \frac{1}{58.5}}{1} = \frac{5}{8} \quad \Delta T = 10^{\circ}$$

to ma znaczenie ze względu na tworzenie się mieszanin o określonych:







~~objętość~~ jedna grama drożdży  $C_{12}H_{22}O_{11}$  ~~zawiera~~ ma masę 342 g  
 a objętość roztworu z którym ona będzie rozpuszczona (zamiast tego może być roztwór):  
 $34200 \text{ cm}^3$ , zatem

$$c = \frac{493 \cdot 136 \cdot 980 \times 34200}{273} = 8.22 \cdot 10^7$$

podczas gdy zdecydowanie domniemy dla inkubacji H:

$$pV = nRT$$

$$\text{roztwór roztwór} = 0.0012544 \quad \text{1 gr drożdży waży 28 gr.} \\ \text{na } 0^\circ \quad \text{roztwór objętość} = \frac{28}{0.0012544}$$

$$\frac{76 \cdot 136 \cdot 980 \cdot 28}{0.0012544 \cdot 273} = H =$$

$$= 8.24 \cdot 10^7$$

$$\begin{array}{r} 8808 \\ 1335 \\ \hline 9912 \\ 0055 \\ \hline 4472 \\ 4527 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{4472} \\ 4362 \\ \hline 0983 \\ \cancel{9847} \\ 5345 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.0012544 \\ \hline 4527 \\ - 5345 \\ \hline 9182 \end{array}$$

$$8.24 \cdot 10^7$$

Węzła stała ta sama

a ten sam współczynnik strącania także dla innych roztworów

Z tego wynika, że Van't Hoff odkrył: że rozpuszczona substancja takim właśnie  
 osmotycznym ciśnieniem jak gdyby jako gas wypełniała przestrzeń z którą roztwór się  
 znajduje. (Pracę O. Ch. Bregada dla roztworów.)

Takie Alomery wywołują reakcje dyfuzji etc.

Chwilnie skusowam z innymi gotówkami roztworu do innych innych roztworów:

Na tej podstawie Van't Hoff również innych roztworów mianowicie wprowadził także we  
 prawa co do obliczenia punktu krzepnięcia etc.

Chodzi przynajmniej także o podstawę doświadczenia, które wynika, że substancje  
 doświadczenia będąc roztworami osmotycznym. ale konkretnie endotermicznym doświadczeniem



Also take apart 2 minima smet. zaporoz puzany ady:



1) zaporoz utworia  $T + \Delta T$  zyciniemy  $\frac{1}{\rho f}$  puzadobu wody przy  $\rho$   
 przez  $T \frac{\pi \omega}{\rho f}$

2) zaminimujemy  $\rho$  w lat  $L_0 \frac{\pi \omega}{\rho f}$  przy temp  $T_0$

3) otrzymamy do  $I$  i tam w notowne do lat enowa zaminimujemy w waty  
 zyskuje  $L_0^* \frac{\pi \omega}{\rho f}$  przy temp  $T$

4) otrzymamy  $\rho$  w temp do  $T_0$  i otrzymamy wat w lat enowa (przy ujezle entine  
 zaminimujemy nie byle osrodek)  
 zaminimujemy ady puz  
 zaminimujemy ady puz

$$(n + T_0) = AT_0 \frac{dp_0}{dt} s_0$$

$$n_0 = AT_0 \frac{dp_0}{dt} s$$

$$n_0 = AT_0 \left( \frac{dp_0}{dt} - \frac{dp_0}{dt} \right) s_0$$

$$n + L^* = AT \frac{dp}{dt} s^h$$

$$n + L^* = AT \frac{dp}{dt} s^h$$

$$n = AT \frac{dp}{dt} s$$

$$L = AT \left( \frac{dp}{dt} - \frac{dp}{dt} \right) s$$

$$= \left( \frac{dp}{dt} - \frac{dp}{dt} \right) s_0$$

$$p_0 s = RT_0$$

$$p s = RT$$

$$L : L_0 = T : T_0 s_0 = \frac{T^2}{p} : \frac{T_0^2}{p_0}$$

$$W = E \phi = \frac{T_0 - T}{T_0} \phi$$

$$AT \frac{n \omega}{\rho f} = \frac{\Delta T}{T} \cdot L_0 n \omega$$

$$\Delta T = A \frac{T n}{\rho f \cdot T_0} = A \frac{n \cdot AT^2}{V \cdot \rho f \cdot L_0} = n \omega$$

1) zaminimujemy  $I$

2) zaminimujemy  $L_0 n \omega$

$$A \frac{n \omega}{\rho f L_0 n \omega} = \frac{T_0 - T}{T_0}$$

I) zaminimujemy przy temp  $T$   $L_0 n \omega$

II) zaminimujemy  $T_0$

III) zaminimujemy  $L_0 n \omega$

IV) zaminimujemy puzadobu przy puz  $\rho \frac{n \omega}{p}$

Rozmaitości dotykiem wazekone roztworu, co do stężenia;  
 tóki któri ei rozprowadzają w myślnik stonkach  
 n.p. niektóre liście, andgung str.

99

60

a inne któri tyłko ei do prawy granicy.

rozprowadzają wina, niektóre nasyceny (stężony), zależna od temperatury  
 Ni <sup>namy</sup> ~~ss~~ ożlonyg ugi, chociaż w prawy ugielarności HA

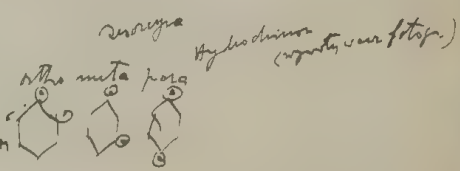
We wodzie  $C_6H_6$  wiele mi

$C_6H_5OH$ , Fenol. trachy

$C_6H_4(OH)_2$  dobrze

$C_6H_3(OH)_3$

w myślnik stonkach N. r. Tyngzallol  
 kwas pyrogallowy



Z drugiej strony  $CH_3OH$  wyk. metylowy

$C_2H_5OH$

etylowy

} w wodzie w drugiej stonkach

$C_3H_7OH$

propylowy

$C_4H_9OH$

butylowy

już tyłko do prawy granicy

$C_5H_{11}OH$

amylowy

bardzo mało

$C_6H_{13}OH$

heptylowy

prawy woda mi

Rozprowadzają zależna od zawiesi, mierzona od temperatury, ale mi ma ożlonyg rezultaty.

Wpływ zrygla ei porównano ale mi zawa

mz	$H_2O$	10°	--	6.57		$C_6H_4(OH)(COOH)$	42.5°	0.10
		50°	--	11.84			64°	2.44

$C_5H_{11}(OH)$  0° --- 4.23

180 2.99



Wzrostu energii ciepła rozpręgnięcia albo też postawę

$$\lambda = \frac{\text{ciepło wyprężenia przy rozprężeniu dm}}{dm}$$

1. Określenie zmienną od koncentracji roztworu  $\lambda = f(c)$

zwykle najłatwiej mierzyć ciepło rozprężenia w dwóch ilościach roztworu, to jeżeli tak wiele wody w roztworze rozrzedzony study roztwór nasycony od koncentracji, wtedy ciepło przy rozprężeniu w większej ilości roztworu.

Wartość  $\lambda$  = ciepła topnienia albo nie wielka bo  $\lambda$  nie rośnie znacznie np. (Tronim)  $\lambda$  w kJ/mol pro 1 gram dodatku soli

Na Cl - 180

$\frac{23}{25}$   
 $\frac{58}{58}$

waga jedn gram soli: 20 kcal

Na Br - 190

Na J + 1220

Ca Cl<sub>2</sub> + 6 aq. - 4340

Cu Cl<sub>2</sub> + 15800

KCl - 4440 str.

Ca do tego ciepła ~~rozpręgnięcia~~ rozpręgnięcia roztworu Kirchhoff również dał, myślał oł sam rozpręgnięcia termodynamicznego. Zmierzono obliczenia:

Roztwór koncentracji  $h = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$ , do którego dodany jest gram dodatku

1. przy stałej temp T, to wyprężenie roztworu  $\lambda$

2. wyprężenie roztworu przy stałej temp T, to wyprężenie roztworu  $\lambda$

3. rozprężenie roztworu przy stałej temp T, to rozprężenie roztworu  $\lambda$

3. skondensowanie (podwójne) ~~roztworu~~  $\lambda$  ciepła  $\lambda$



Wyznaczyć wielkość  $\Delta$  zależną od  $\frac{dT}{dt}$

Wzrost temperatury  $\frac{dT}{dt}$  w czasie  $\Delta t$  przy  $T = T_0$

Wyznaczyć  $\Delta$ , które 2 rozprawy temp. miedzy rozpuszczeniem masy  $\Delta$  w roztworze  $\Delta$  a także które wyciąg rozpuszczenia masy  $\Delta$  w roztworze  $\Delta$ .

Temperatura zgodności 2 substancji.

Temperatura 2 o temp.

1. T	$m_1$	$m_2$	1). zmieszanie $\Delta$ i $\Delta$
2. ogrzać do $T + \Delta T$	$m_1, c_1, dT$	$+ m_2, c_2, dT$	2). ogrzać do $T + \Delta T$ $C dT, m_1, m_2$
3). zmieszanie	$\Delta$	$\Delta + \Delta$	$\leftarrow = \nearrow$
4). <del>ogrzanie</del> do $T_0$	<del><math>C dT, m_1, m_2</math></del>		

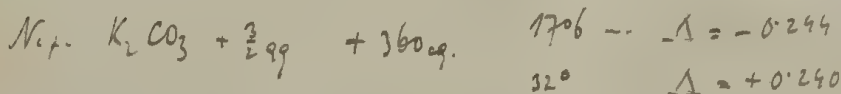
Stała entalpii jest taka sama, ~~zatem~~  $\Delta$  obrotu w kierunku nie można być porównać.  
ale możemy zapytać porównać stałe (wtedy to dość nieścisłe!)

$$(m_1, c_1 + m_2, c_2) dT + \Delta + \Delta\Delta = \Delta + C(m_1 + m_2) dT$$

$$\frac{d\Delta}{dT} = C(m_1 + m_2) - (m_1, c_1 + m_2, c_2)$$

Wtedy dla każdego rownie  $C > \frac{m_1, c_1 + m_2, c_2}{m_1 + m_2}$  zatem  $\frac{d\Delta}{dT} > 0$

Wyznaczyć wartość  $\Delta$  oraz przy pewnej temp. przegrzać przez 0, a następnie dołożyć.



Wzrosty dotychczasowe odnosi się do wnętrza i kątów <sup>(propagowania)</sup> zła składnika na koniec  
mole istnienia parę następują: benzyna, met. lotna

Jedni np. wnętrza dwóch substancji lotnych, wtedy para będzie równoważna z  
hydrogenem zardzewiałym, tzn. tzn. 4 koncentracji.

$$h = \frac{n}{n+n_1} \quad \text{w parze} \quad h_1 = \frac{n_1}{n+n_1}$$

$$h' = \frac{n'}{n'+n'_1} \quad \text{w parze} \quad h'_1 = \frac{n'_1}{n'+n'_1}$$

Wtedy warunki równowagi termodynamicznej:  $h^v h_1^v h_1'^v h_1''^v = e^{-\frac{1}{RT}(v_1 + v_1' + v_1'' + v_1'')}$

z tego otrzymujemy, że:  $v = -v' = -1 \quad v_1 = v_1' = 0$

$$v = v' = 0 \quad v_1 = -v_1' = -1$$

dwie równowagi które Planch zastosował do siebie doświadczenia Konowalewa  
i indeed dobrze potrądził.

Zfardaka tak się przedstawia:

Reynoldt badał co więcej parę nad mianami dwóch ciał. Rozważał sprężynę.

1). Ciała nie mieszały się: Np.  $H_2O$ ,  $CS_2$ ;  $H_2O$ ,  $C_6H_6$

Kiedy nie wydawało parę dwo. równowagi, parę następują, wtedy dające  
całkowite ciśnienie =  $\Sigma$  częściowe.

2). Ciała mieszały się mieszały np.  $(C_6H_5)_2O$ ,  $H_2O$

Nie udało się uzyskać, w tym przypadku ciśnienia mi było  $\Sigma$ , tylko parę  
tę jak stało się.

3). Mieszały się w wielkiej proporcji  $CS_2 + (C_6H_5)_2O$   
 $C_6H_5OH + C_6H_6$  At.

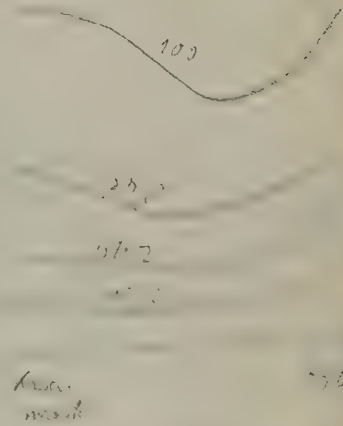
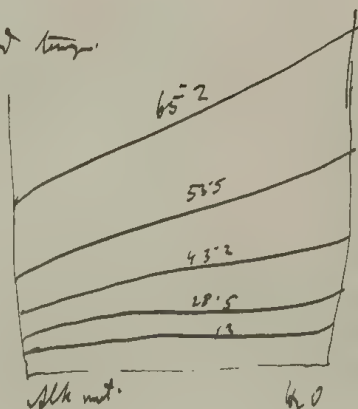
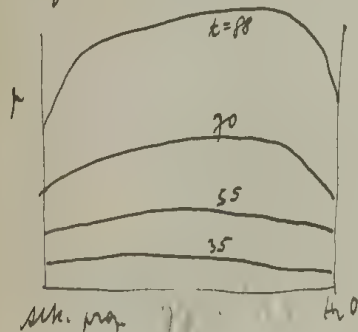




Przebieg zmian w temperaturze podczas mieszania cieczy o temperaturze

Stała ciepota  $\Delta T$  (2).

Przebieg kształtu rozkładu ciepła w czasie.



Przebieg rozkładu ciepła w czasie w czasie.

Wzrost ciepła w czasie w czasie.

Przebieg kształtu

Przebieg kształtu

rozkład = rozkład w czasie w czasie w czasie

(przebieg kształtu w czasie w czasie w czasie)

Przebieg kształtu w czasie w czasie w czasie

Przebieg kształtu w czasie w czasie w czasie

Przebieg kształtu w czasie w czasie w czasie

$H_2O + \text{Kwas izowaleryjowy}$   $258^\circ$  (wzrost = 386)

$W = 5 - 3 + 2$

$S = 2$   $W = 2$   $\Delta T = 1$   
 $F = 2$   
 $F = 3$  ;  $W = 1$  ;  $\Delta T = 0$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{C_3}{C_4} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{C_5}{C_6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{C_7}{C_8} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{C_9}{C_{10}} = \frac{1}{2}$$

Gysoy egy

ofline  $\Phi = n_1 \mu_1 + n_2 \mu_2$   $\mu = \frac{\partial \Phi}{\partial n_i}$   
 a nyitott rendszer mellett

$\Phi = n_1 \mu_1 + n_2 \mu_2 + \dots$   
 teljes probléma

1) Taka is mutat: i. Készítsd össze.

Coterminal thermodyn. ~~for~~ mikroszkopikus

1. rész 0. Csak:  $\mu_1 = n_1 \frac{HT}{V}$

2. rész: Jellemző  $\mu = \mu_1 + \mu_2$

3.  $U = U_1 + U_2 \quad dU_1 = C_1 dT$

Ellenőrzés:  $ds_1 = \frac{du_1 + A_1 ds_1}{T}$

$s_1 = j_1 \ln T + AHT \ln \frac{T}{T_0} - AHT \ln h_1 + k_1$

$S = n_1 s_1 + n_2 s_2$

$\Phi = U - TS + pV$

$U = n_1 [j_1 T + c_1] + n_2 [j_2 T + c_2]$

$p = (n_1 + n_2) \frac{HT}{V}$

$\Phi = n_1 [j_1 T + c_1 - j_1 T \ln T - AHT \ln \frac{T}{T_0} + AHT \ln h_1 - k_1 T + AHT] + n_2 [\dots]$

$d\Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial n_1} dn_1 + \frac{\partial \Phi}{\partial n_2} dn_2 \quad \Delta \Phi = n_1 \frac{\partial \Phi}{\partial n_1} + n_2 \frac{\partial \Phi}{\partial n_2}$

$\frac{\partial}{\partial n_1} (n_1 \ln h_1) = \frac{\partial}{\partial n_1} (n_1 \ln n_1 - n_1 \ln V) = \ln h_1 + 1 \left[ -\frac{n_1}{V} \right]$

$d\Phi = \left[ (j_1 + \frac{AHT}{T}) T - j_1 T \ln T - AHT \ln \frac{T}{T_0} + AHT \ln h_1 - k_1 T + c_1 \right] dn_1 + \dots$   
 $= (T - T \ln T) (n_1 j_1 + n_2 j_2) + AHT [2 - \ln \frac{T}{T_0}] (n_1 + n_2) + AHT (n_1 \ln h_1 + n_2 \ln h_2) - T(n_1 k_1 + n_2 k_2) + n_1 c_1 + n_2 c_2$

$j_1 = C_1 \ln T$   
 $= C_1 \ln T$  deklaráció

$U = n_1 \mu_1 + n_2 \mu_2 + \dots$   
 $\Phi = n_1 \mu_1 + n_2 \mu_2 + \dots$   
 $pV = p_1 V + p_2 V + \dots$   
 $= (n_1 + n_2 + \dots) kT$

nyitott rendszer





gdzie  $\delta\varphi = c_1 v_1 + c_2 v_2 = -A H \gamma c = \text{ciężko dys. cięły 2 } H \text{ m.}$

głęb.  $L = \text{ciężko dys. no 1 gr. młot.}$

$$\delta L = \frac{2\omega}{\gamma} \delta\varphi = -A H \gamma c \quad \leftarrow \text{Wzrost temperatury?}$$

$$c = e^{-\frac{L \gamma}{A H}}$$

$$\frac{n_1 n_2}{n^2} = B e^{-\frac{L}{20 H T}}$$

głęb.  $L$  dodatnie dys. głębi ciężko dys. pochłonięte jęk.  $H$  m.  $T$  to

dla  $T=0$   $n_1 n_2 = 0$  2. etap tyłko  $H J$

tem. wyjima temp. tu ciężko dys., ale nawiązuje do  $T=\infty$  jakimś

wyjściu dys. tyłko granica  $\frac{n_1 n_2}{n^2} = B$  dla  $H J$  : 29% młotys.  
dla  $T=\infty$  (Planck.)  
Lemonie

Rozprężenie dys. przy  $180^\circ$ , zmniejsza przy  $500^\circ$

$T$  same punkt topli.  $114^\circ$ , zmniejsza  $184^\circ$

$H J$  bezbarwne powstanie :  $-18^\circ$  przy 2. etapie ciemności

Dys. ujawnia się mi przez przekroczenie  $H J$  trój, to iloraz dawać ciemności, ale kolor ciemno fioletowy. Takie materiały analiza chemiczna, to ujaw. dys. odbywa się przy  $180^\circ$  i  $500^\circ$  a w tym czasie przy ciemności temp. powstaje barwa, potem mroźna ochłodzić i zmniejszyć ilość fioletu w tym czasie i w tym czasie młot.

Takie odwrócenie trójki jest 2  $T$  :  $H$  głębi ogólnie (miejscowo przy  $PL$ ).

Diioden Lemonie-

Np.  $20 \text{ cm}^3 \text{ H}_2$  i  $101 \text{ cm}^3 \text{ T}_2$  | notatelnost'ko udokazano na l'ogicheskoye

izmischeno i indel'no  $39.6 \text{ cm}^3 \text{ HT}$  : to znachit izotomichesk

$$K = \frac{n_1 n_2}{n_3^2}$$

$$\text{It} n_1 : n_2 : n_3 = 39.6 : 0.4 : 81.2$$

K

$\text{H}_2$	$\text{T}_2$	$\text{HT}$	$n_1 : n_2 : n_3$		$\text{HT}$
20.57	5.22	10.22 5.11	<del>15.46 : 0.41 = 10</del> 10.22 : 15.46 = 0.41		10.19
20.6	14.45	25.72 12.86	25.72 : 7.74 = 1.59	0.0186	25.33
20.53	25.42	34.72 17.36	34.72 : 37.7 : 8.06	0.0233	34.96
20.41	52.8	28.68 19.34	<del>19.34</del> : 10.7 : 33.46	0.0239	29.01
20.28	67.24	29.52 19.76	39.52 : 0.52 : 47.48	0.0158	29.25
19.99	100.98	29.62 19.81	29.62 : 0.18 = 81.77	prec. 0.020	

to znachit izotomichesk

$$\text{vizn. } B e^{-\frac{L}{20 \text{ HT}}} = 0.02$$

$$T = \frac{240}{71.3}$$

$$D = \text{prygl.} = 1.5$$

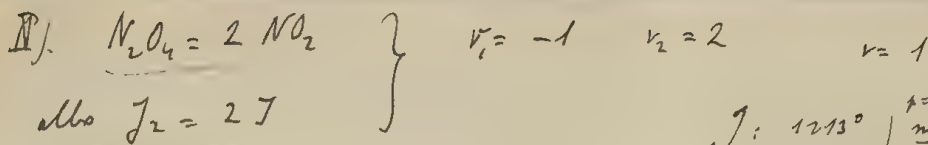
$$\text{Dl. } 1800 \text{ byboly } K = 0.0016$$

$$\text{Dl. } 8000 \text{ " } K = 0.084$$



$$v_1 = -1 \quad v_2 = -1 \quad v_3 = +1 \quad v_4 = +1$$

$$\frac{n_3 n_4}{n_1 n_2} = D_c^{\frac{1}{T}}$$



$$J: \begin{array}{l} 1213^\circ \\ 46630 \end{array} \left| \begin{array}{l} p = 728 \\ \frac{n_1 + n_2}{H} = 0.148 \\ 0.664 \end{array} \right.$$

$$h_1^{v_1} h_2^{v_2} = B \frac{T}{f} c_0^{\frac{1}{f}}$$

$$1) \frac{h_2^2}{h_1} = B \frac{T}{f} e^{-\frac{L}{2LHT}} = \frac{n_2^2}{n_1} = B N \frac{T}{f} e^{-\frac{L}{2LHT}} \quad p = \frac{HT}{V} (n_1 + n_2)$$

$$\frac{n_2^2}{n_1} = V B' e^{-\frac{L}{2LHT}} \quad \text{waga jidat dam ilori to calig milled od dygton}$$

$$\text{Mab tik } p_1 = n_1 \frac{HT}{V} \text{ etc.}$$

$$\frac{p_2^2}{p_1} = B T e^{-\frac{L}{2LHT}} \quad \text{--- peng dalam c'wami}$$

Zuphni takie same r'omanti steynd? Poltemann: In the, d. d. Vals sythodrye  
 2 c'alken iningh podtar trout.

2(1) wgnika = peng dancj tempur diss. ten wj kua rem nungize is' miami  
 a peng dalam c'wami rem opjora tempur.

Unge d'atua eiz to d'ys. u c'isane j'atuh'ong, bo

$$p = \frac{HT}{V} (n_1 + n_2) \quad \text{--- } p = \frac{n_1 u_1 + n_2 u_2}{V} = \frac{n_2 u_2}{V} (1 + 2 \frac{n_1}{n_2})$$

$$H = 8.22.10^7$$

$$n = \frac{10^6}{8.22.10^7.273} = \frac{1}{8.22.273} \text{ ana g'ider cm}^3$$

$$p = \omega n = \omega_1 n_1 + \omega_2 n_2 = \omega_1 \left( \frac{n_1}{2} + \frac{n_2}{2} \right) = \omega_1 \left( h + \frac{1}{2} \right) n$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{2}$$

$$\begin{aligned} n_1 + n_2 &= n \\ p &= \omega_1 (n - n_2) + \omega_2 n_1 \\ &= \omega_1 n + n_2 (\omega_2 - \omega_1) \\ &= \omega_1 n \left[ 1 + h_2 \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_1} \right] \end{aligned}$$

$$h_1 + h_2 = 1$$



$$N_2O_4 \quad \frac{28}{64}$$

$$u_1 = 92$$

$$u_{\text{mixture}} = 28.9$$

$$\frac{92}{28.9} = \underline{\underline{318}}$$

N.p. $\theta =$	$\frac{u_2}{P}$	$h_1 (u_1)$	$h_2 (u_2)$
26.7	2.65	66.6%	33.4%
29.8	2.46	54%	46%
60.2	2.08	30%	70%
80.6	1.80	14%	86%
111.3	1.65	4.4%	95.6%
135	1.60	1%	99%
140	1.58	—	100%

$$z = \frac{P}{P_0} = \frac{92(1 - \frac{c_2}{2})}{29}$$

$$z = 2 \left[ 1 - \frac{29}{92} z \right]$$

$$\frac{29}{92} \cdot 2.05 = \frac{30}{100} \cdot \frac{28}{100} = \frac{0.84}{100}$$

$$\frac{29}{92} \cdot 2.05 = \frac{30}{100} \cdot \frac{28}{100} = \frac{0.84}{100}$$

At varying temp.:

$\theta$	$P$	$D$	$h_1$	$h_2$	$\frac{h_2}{h_1} \cdot P$	composition with formulated by state
21.7	59.7	2.144	39	61	57	
21.3	117.6	2.318	45.6	54.4	76	
21.7	230.6	2.486	56.6	43.4	76	
21.3	267.1	2.599	62	38	84	
21.6	492.1	2.674	67.5	32.5	76	
21.8	617.6	2.709	70	30	80	

$$\rho = \frac{P}{V} = \frac{u_1 + u_2}{V} = (u_1 c_1 + u_2 c_2) \left( \frac{u_1 + u_2}{V} \right)$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{HT}{u_1 c_1 + u_2 c_2}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{HT}{u_1}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{u_1 c_1 + u_2 c_2}{u_1}$$

$$= c_1 + \frac{u_2}{u_1} c_2$$

$$= c_1 + \frac{u_2}{u_1} (1 - c_1) = \frac{u_2}{u_1} + c_1 \frac{u_1 - u_2}{u_1}$$

$$\rho \sim \frac{u_1 u_1 + u_2 u_2}{u_1 + u_2}$$

$$\rho_0 \sim u_1$$

$$\frac{P}{P_0} = c_1 + c_2 \frac{u_2}{u_1}$$

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} + \frac{c_2}{2}$$

$$= \frac{1 + c_2}{2}$$

$$c_2 = 2 \frac{P}{P_0} - 1$$

$$2 \cdot \frac{2.65}{378} - 1 = \frac{5.3}{378} = 0.014$$

$$\frac{k_2^2}{k_1^2} = \frac{33.4^2}{66.6} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\left\| \frac{(95.6)^2}{44} = \frac{95.6^2}{44} = \frac{9100}{44} = 207.3$$

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{T}{T'} e^{-\frac{2\omega_0}{H} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'}\right)}$$

$$\frac{1}{T} - \frac{1}{T'} =$$

$$\ln\left(\frac{\lambda}{\lambda'} \cdot \frac{T'}{T}\right) = \frac{2\omega_0}{AH} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'}\right)$$

$$\frac{1}{299.7} - \frac{1}{384.3} = \frac{0.003333}{260.2} = 0.0000731$$

$$\begin{array}{r} 5846 \quad 4771 \\ 5719 \quad 07782 \\ 0.0127-4 \quad 53166 \\ \hline 45719 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39873 \cdot 2.303 \\ 79746 \\ 11962 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$L = \frac{9.1828}{0.000731} \cdot \frac{8.22 \cdot 10^7}{42 \cdot 10^6} =$$

$$x = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \right)$$

Straymuj z dykt dykt:  $\omega L = 12300$  " 24600

$$\begin{array}{r} 9629.5 \quad 6232 \\ 9149 \quad 8639 \\ 8778.5 \quad 4871 \\ \hline 4871 \\ 3907. \end{array}$$

Podnoszą dno.

Antychet-Opis: dykt dykt { 270 12.620  
1500  
pro 1. dykt.  
92

Składka z 1). podnosi temp. dykt dykt. No. 16.86  
dykt dykt: 16.86

$$g_1 = 16.86 (150 - 47) = 2074$$

2). podnosi temp. dykt dykt.

$$g_2 = 577$$

3). podnosi temp. dykt dykt.

$$\begin{array}{r} g_3 = 12.620 \\ - 2074 \\ \hline 10546 \end{array}$$

podnosi temp. dykt dykt. 80% podnosi temp.  
dykt 12.500 na 1. dykt dykt

$$\begin{array}{l} h_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad 2n_1 + n_2 = 2n_1' + n_2' \\ \frac{1}{h_1} = 1 + \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{1}{h_1'} = 1 + \frac{n_2'}{n_1'} \\ n_1 \left[ 2 + \frac{1}{h_1} - 1 \right] = n_1' \left[ 1 + \frac{1}{h_1'} \right] \\ \text{dykt } n_1' - n_1 = n_1 \left[ \frac{1}{1 + \frac{1}{h_1}} - 1 \right] \end{array}$$

Temperatura :

$$T \text{ od } 5000 \quad \frac{p}{p_{H_2}} = \frac{1570}{127} \quad T_2$$

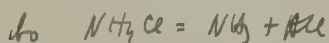
$$\text{od } 15000 = 70 \quad T$$

przy ciśnieniu

$NH_4Cl$  sublimuje (bez topnienia) przy grz. para powstaje wosk. jędrna

$$\frac{p}{p_{H_2}} = \frac{14}{25.5} = \frac{58.5}{26.7}$$

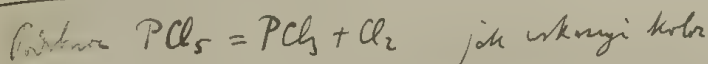
podczas jędr. i sublimacji : 14.5



a mierzona jest waga i objętość (Pobal 1862) przy której  $NH_3$  przetrzymuje się w  $HCl$  a mierzona jest waga i objętość

W roku 1894 pokazano, że jędrna jędr. superkrytycznej wagi

to wskazywało, że powstaje i mierzona objętość przy grzaniu i objętość



$$T \text{ przy } 5000 : 192 \quad \text{jeśli } n \approx 6 \quad \text{zależy od mierzonych i i } p$$

$$\text{ale przy } 8000 : 32 \quad T_2$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4$$

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

1876  
Gibbs vapores<sup>es</sup> costosos. temo que não deu.

Te zastovarske so: stary kovinasti jek, volje, ~~4~~ 2 - - ||<sup>2</sup> <sup>na</sup> <sup>na</sup> <sup>20</sup>  
poddokraj, da es

Rozwinięciowy jar składowy (Postakhtin); forty

Techniki nie muszą być porównywalne, choć są często z któryś <sup>z nich</sup> dany w pewnym  
inne nie tworzą. fazy = fazami jednorodnie ułożone.

*Syst*

Spalte  
Opferung  $\frac{1}{2}$  rechte: ~~Wurde~~  ~~$F = F = W + 2$~~   $W = \text{~~AAAAA~~ } S - F + 2$

Systém okružný přes temp. (výřez v m. 10. 10. 10. 10.) v'normie, 'il'ni, koncentrace etc  
ale z tých samých podm. volnosti jui ~~pro~~ zůstane d' inuget, tole je il'ni m'edleini  
smicinných n'uvyze. [Of the result: bezvýsledně il'ni d'ovle, stoně tyto o -



Inny przykład: polimorfia  $S$ ,  $P$ ,  $Sc$  itd.

$K_p$   $\rightarrow$  temp 300 pasciowa / pasciowa

$P$   $R=1$   $F=3$   $W=0$

$P$  Przemiany między formami jednolitej substancji takie że muszą nastąpić w pewnym zakresie temperatur

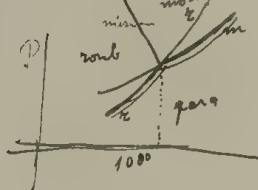
Temp.	$P_1$	$P_2$
360	3.2 atm	0.12 atm
440	7.5	1.75
487		6.8
494	18.0	

Widzimy przy tej temp. ~~zaczyna się~~ pojawia się i osadza się jako c.

Słowo Aislini linij punkt przegrzewania nie widnieć już.

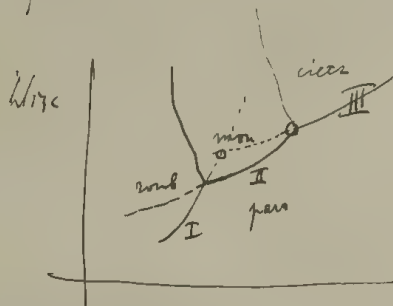
$\int$  porządku  $956^\circ$  zamienia się  $\rightarrow$  jednolitość  $\leftarrow$  równowaga  $\rightarrow$  rozkład (dot. parali)

należy z tego wynika, że krzywa  $P=f(T)$  przecina się przy 1000

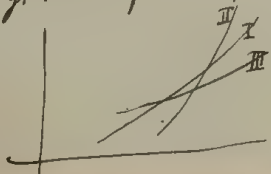


~~zaczyna się~~

$m$  ma punkt topnienia:  $120^\circ$   
 $n$   $114.5^\circ$



Gdyby jednak punkt przegrzewania



III niż niż niż I II to

stąd I będzie ciepłota  $\rightarrow$  to zamrażanie / mrożenie w pewnym

$m$  Benzophenon II II --  $48^\circ$   
 $(C_6H_5)_2CO$  III I --  $26^\circ$

potrzebna k. 169, 170

"Heteropneustes Slaby" "Slaby. znowa Order"

115

(2)

Dwa składowiki

Jedna para

n.p. mianemina dwóch par

$W = 3$

$P, T, \text{stosunek dwóch}$

Dziś odczytano:

$S = 2 \quad F = 1 \quad U = 3$

$2HJ = J_2 + H_2$

$J, H$

$W = 3$

$NH_4Cl = NH_3 + HCl$

$NH_3, HCl$

~~Ważne~~  $T, T$  (w planie pary było bez wpływu, ale nie w drugie), a także stosunek mianem  $J: H$

(Słaby n.p. jemu jest pary tożsamość 2 wolumin)

2 części mianem i para:  $S = 2 \quad F = 2 \quad U = 2$

$S = 2$

$F = 2$

$W = 2$

stosunek mianem i para:  $H_2O \quad C_2H_5OH$   
stosunek mianem i para:  $H_2O \quad C_2H_5OH$   
1 1

Podczas pary

2 części mianem i para:  $S = 2$

$F = 3$

$W = 1$

stosunek mianem i para:  $H_2O \quad C_2H_5OH$

$H_2O \quad C_2H_5OH$  tożsamość

(Kiedy pary pary mianem i para)

Słaby i woda i para

$S = 2$

$F = 3$

$W = 1$

pary dany: pary i woda i para

stosunek mianem i para:  $H_2O \quad C_2H_5OH$

Dziś.  $CaCO_3 = CaO + CO_2$

$S = 2$

$F = 3$

$W = 1$

Stosunek: pary dany: pary i woda i para

stosunek mianem i para:  $H_2O \quad C_2H_5OH$

pary dany: pary i woda i para  $P = f(T)$

jest dany:  $CO_2$  tożsamość i woda i para

stosunek mianem i para:  $H_2O \quad C_2H_5OH$

Tak miedzy innymi formuła zastawia

wskazując podobieństwo do  $AT$  dy -

tak ~~zastawia~~ wskazuje i doświadczenia Debye'a według tej formuły że  $n = 1293$  kcal

Farrar & Seltman ustalili jako ciepło formacji  $CaCO_3 : 308$  kJ. dla gipsu

Linkowa zastawianie tych zasad

(Van der Hoff 1890)

czy Pd i H tworzą związek chemiczny czy chł. (jak może powstanie aldehyd, gazy)

co do tej formy wskazywać np.  $NH_3$  przez C cisnienie wody at tego czasu  
jako wypróbowano etc.

podnoszący tutaj: rozważa ostatecznie ciśnienie H wstępującego przez które tytuł tytuł

Trost & Hantefemille

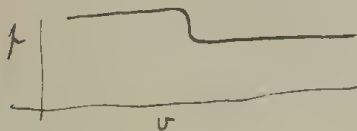
$W_{H_2} \quad S = 2 \quad W = 1 \quad F = 3$

F=3 tutaj: gaz, Pd,  $Pd_2H$  absorpcja albo przy grzaniu do 200 (686 Vol)  
albo przy elektrolizie, wydawanie przy grzaniu

podobne wskazywać  $Na_2H_2 \quad Cu_2H_2$  etc. (długo)

<sup>drobny</sup>  
 $AgCl \quad NH_3$  przy niskiej temp. potrafią grzewać; miedzy innymi

nie zmienia się ~~temp~~ miedzy innymi w tej części wypróbowano



$AgCl \quad (NH_3)_2$   
wskazywać punkt gdzie się zmienia ciśnienie drożyzny

$(AgCl)_2 \quad (NH_3)_4$

Isambert

Farradała sprowadza do skrajności ~~głównie~~  $NH_3$

podobnie inne chł. (punkt wrzenia -  $-33^\circ$ )  
krytyczna temp. 130







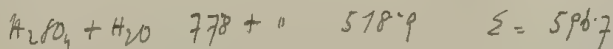
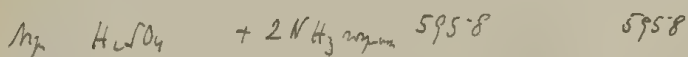


## Termodynamika

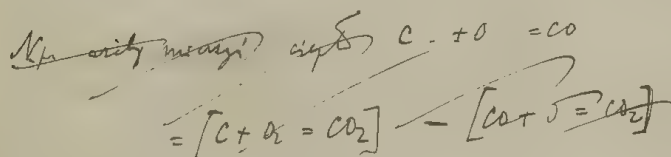
jei molių uždavimas parodė, kaip išsprendžiamas, išsprendžiame jį

Uždavinys Hess (1840) = dėti duomenis ir išsprendžiamas lygtis, kurią reikia išspręsti

uždavinys, kaip išspręsti, kaip išspręsti, kaip išspręsti



2. skaitiniai duomenys

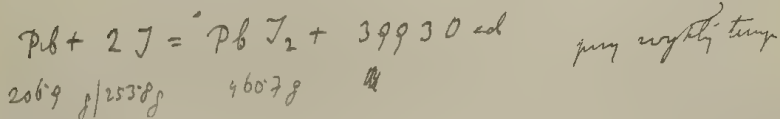


2387.154

17346

17346

2387.3

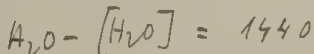
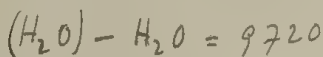


10.540

732

732

daugiau duomenų, kaip išspręsti, kaip išspręsti



384.2387

788

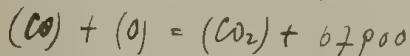
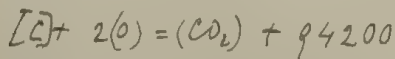
1182

2546

2.8

942

kaip išspręsti, kaip išspręsti, kaip išspręsti



12  
12  
12

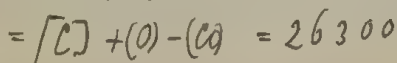
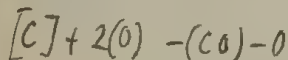
284.2387

4782

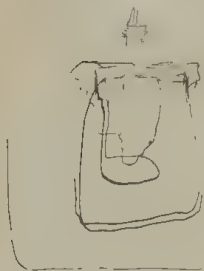
9564

19128

6790



Obliczenia pomiaru ciepła właściwego



Barbitolowa lampa

zależności od temp.

~~z~~ przy pomiarach ~~temperatury~~  $Q_1$  przy  $t_1$

$$Q_1 + (t_2 - t_1) C = (t_2 - t_1) (C + c') + Q_2$$

$$Q_2 - Q_1 = (t_2 - t_1) [C - (C + c')]$$

Wartość  $Q_2$  jest większa niż wartość  $Q_1$  przy pomiarach

Wzrost 15

dynamit	94200	:12	7850	?	230
grafit	96500				
współ. ciepl. $Q_1$	9700				

$$\frac{8000 \cdot 15}{12} = \frac{12000}{12} = 1000$$

Alumina 2.6

$$\frac{297000}{27} = 11000 \cdot 2.6 = 28600$$

$$\begin{array}{r} 7242.239 \\ 4782 \\ 956 \\ 48 \\ \hline 2970 \end{array}$$

Wzrost  $Q_2$  w stosunku do  $Q_1$  jest większy niż  $Q_1$

H 12 H<sub>2</sub>O

$$\begin{array}{r} 286.239 \\ 572 \\ 858 \\ 2574 \\ \hline 68.400 \end{array}$$

# Dissocjacja elektrolit

121

72

Wyznaczamy je w roztworach wodnych soli, kwasów itp. nie zmieniając ich z prądem. W tym celu używamy prądu stałego. Wtedy nie ma wpływu prądu na rozkład.

Wtedy ilość w dużej wydatku jest poddana w pewnym stopniu i, w tym czasie, duży jest zmierzony:  $\frac{1}{\epsilon}$

dużym: 18.5°

5.47

n. p. na 100 g wody:  $\frac{t-t_0}{\text{par.}}$   $\frac{D-D_0}{\text{topl.}}$

$$\begin{array}{lcl} \text{NaCl} & 5.83 \text{ g.} & 0.94 \\ & 8.82 \text{ g.} & 1.40 \end{array} \quad \begin{array}{l} 5.5 \\ 5.2 \end{array} \quad \left\| \quad \frac{d\alpha}{dt} = \frac{2.72}{7.60} = \frac{0.94 \cdot 2.72}{7.60} = \frac{m \cdot 18}{100} = \frac{5.83 \cdot 18}{100 \cdot \omega}$$

$\omega$  wynika = 37.1

podnoszący i mierzony:  $\frac{23}{58.5}$

$58.5 : 37.1 = 1.80 = \epsilon$

$\omega = \frac{5.83 \cdot 18 \cdot 7.60}{100 \cdot 0.94 \cdot 2.72} = 32.5$

$= \frac{0.76 \cdot 18 \cdot 5.85}{0.94 \cdot 2.72} = \frac{114 \cdot 11.7}{47.94} = \frac{1338.428}{46} = 29.1$

a z obrotu punktu Krup.: 1.89 =  $\epsilon$

a podobnie także z cięciwą osmot.

Narysujemy natomiast normalny tabeli który zawiera 1 gramowodność na 1 l wody

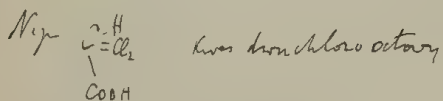
Wz. powyższy natomiast byłby  $\frac{0.583}{58.5}$  pro 1000 g wody = 0.01 - normalny

Taki doświadczenie n. p.

	Normalności	$\epsilon$ (Krup)	$\epsilon$ osmot. (Hantke)	
KCl	0.14	1.82	1.81	Wzrost ilości wstrzykiwania
NH <sub>4</sub> Cl	0.148	1.83	1.82	Wzrost (stężenie)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.38	1.2	1.25	
CaCl <sub>2</sub>	0.184	2.67	2.78	



Chkany resultot ze i zehly at koncen.

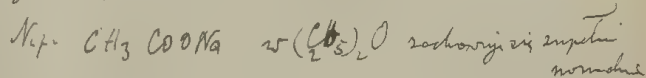


24  
 32  
 2  
 71  
 129

Normalky:

0.02778	i, krep)
0.02048	1.69
0.01447	1.717
0.01033	1.763
0.005177	1.852
0.002599	1.911
	1.966

Takie substancje przedstawiają te anomalie z punktu  
tych warunków w wodzie



(1887)  
 Arkening niekiedy wchodzi w stan - to samo  
wtedy gdy, które jest przewodnikiem elektrycznym.

Roztwór bardzo, alkali, etanol itp. <sup>29</sup> bardzo słabo

Tęże są bardzo mało przewodzący, prawie izolator. <sup>tylko Dżin woda dekantacja</sup>  
 Związek węgla. Potężenie z tęgą chlorowca i innych: anionów i kationów:

ze one są w wodzie ~~nie~~ rozkładają się na jony; woda faktycznie

$+ \text{Na} \text{ Cl} \quad + \text{KCl}$ 
 ale takie faktycznie iloraz ujemności, więc przedstawiają dobry mierz

W tęgą mierz jony zotat uftomowania.

Np jonykto ubandenia soli

woda ~~in~~  $\text{Cu}$  zielono-niebieskawe

Ni jonykto zielone

co przedstawia z tęgą i innych mierz

Reageny chemiczne w chemii nieorganicznej.

Reageny chemiczne w chemii nieorganicznej.

Chemia ~~nie~~ nie ma reguł np. 29 C

Reageny chemiczne w chemii nieorganicznej. <sup>tylko same reageny</sup>  
 Reageny chemiczne w chemii nieorganicznej. <sup>tylko same reageny</sup>  
 Reageny chemiczne w chemii nieorganicznej. <sup>tylko same reageny</sup>

Jeżeli rozpuszczymy w wodzie  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  to otrzymamy  $\text{Na}^+$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Np.  $\text{BaCl}_2$  nie ma  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tylko ma  $\text{SO}_4$

Podczas rozpuszczenia elektrolizy: w pewnym punkcie przed czasem przestanie się rozpuszczać.

J. Prawo Faradaya: wydzielone ilości i strumień równoważników chemicznych

Liczba części atomowa			Liczba części atomowa		
występowania			występowania		
$\text{Ag}$	$\text{Cu}$	$\text{Zn}$	$\text{Ag}$	$\text{Cu}$	$\text{Zn}$
$\text{AgNO}_3$	$\text{CuSO}_4$	$\text{ZnCl}_2$	108	63.5	65
↓	↓	↓	2	2	2
1	2	3	108	63.5	65

Te są zachowane jak gdyby każdy ion waga ilości elektrycznej. Był obliczony  
tę że 1g H zawiera 96540 Coulombów

z przeliczeń przez wartościowe molarne, wtedy odpowiedź

$$\begin{aligned} & 96540 \cdot 0.00008987 \\ & \frac{96540}{6} \cdot 10^{-19} = 1.6 \cdot 10^{-19} \\ & \frac{96540}{6} \cdot 10^{-19} = 1.6 \cdot 10^{-19} \\ & = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb} \end{aligned}$$

~~Wartości~~ sąchowane przez podanie wartości, które są w wodzie. Wtedy wydzielone ilości potęg

Clausius: jest to ten, który woda i woda

Wiele dni wziętych?

Wartości

$\text{HNO}_3$	$\text{KNO}_3$	$\text{Zn(NO}_3)_2$
$\text{HCl}$	$\text{KCl}$	$\text{ZnSO}_4$
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{KHSO}_4$	$\text{ZnCl}_2$
	$\text{K}_2\text{SO}_4$	

H K Na Li Ag (Cu) (Hg)

Ag Cl Br I

1

Zn Ni Mg Pb Cu

Pb

0 5

2

złoty  
złoty

1. Agni : 0.0011181 g. Ag -- 1 Coulomb

albo 1.08 g. Ag :  $\frac{108}{0.0011181} = 96537$  Coulomb

arbitralnie woda potęg do wydzielania  
jakiś równowagę ilości między sobą

Al, Fe, Pb, N, Au, (Fe)

4

3

z tegoż krótko:  $1 \text{ cm}^3 \text{ H}_2$  zawiera przy  $0^\circ \text{C}$  i  $1 \text{ atm}$ :  $1.2 \cdot 10^{24}$  atomów  
 zatem  $1 \text{ gr H}_2$ :  $1.2 \cdot 10^{24}$  atomów  
 więc na  $1 \text{ gr}$  atom przyszedł  $\frac{96537}{12 \cdot 10^{24}} = 8 \cdot 10^{-20} \text{ Coulomb} = 0.8 \cdot 10^{-10} \text{ (określenie)}$

Wtedy to jest:  $\frac{\text{przewodność}}{\text{pole powierzchni}} =$

$$\frac{6360 \text{ km} = 6.36 \cdot 10^8 \text{ cm}}{9 \cdot 10^{11}} = \frac{6.36 \cdot 10^8}{9 \cdot 10^{11}} \text{ Farad} = 7.07 \cdot 10^{-4} \text{ Farad}$$

Przewodność  $1 \text{ cm} = 2$

$$= \frac{1}{9 \cdot 10^{11}} \text{ Farad} = 1.1 \cdot 10^{-12} \text{ Farad}$$

$$1 \text{ Coulomb} = \text{Farad} \times \text{Volt}$$

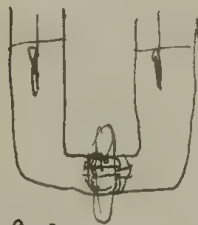
$$8 \cdot 10^{-20} \text{ Coulomb} = 1 \text{ Volt} \times 8 \cdot 10^{-12} \text{ Farad}$$

kula promienia  $7 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$  naładowana 1 Volt

(Coulomb =  $9 \cdot 10^9 \text{ (stat)}$ )

Jedną część przechodzi w miedzi elektrolizy miedzi z roztworu  $\text{CuSO}_4$   
 to przy pewnej prądzie pokazuje się prąd odwrócony: wskazuje że miedź się odwraca  
 w stan roztworu. Ten jest: koncentracja. To wskazuje ubożenie i gęstsze łopaty: anoda

Wzrost:  $180 \rightarrow 186$



miedź zawarta w roztworze  $\text{CuSO}_4$  i katoda po prądzie  
 prąd

Pokaż, że miedź zawarta w roztworze  $\text{CuSO}_4$  w pewnym stopniu zwiększa  
 ilość miedzi ~~zawartą~~ wydzielonej.

Np.  $\text{CuSO}_4$   
 (katoda)

Napięcie / prąd / czas

$\text{CuSO}_4$  t.j.  $2.280 \text{ gr. Cu}$   
 $2.0688 \text{ gr}$

po prądzie prąd  $0.0626 \text{ amp}$  przez  $4 \text{ godziny}$ .

prąd prąd w tym samym  
 ucin

0.2955 gr nakatodaci ziz nadit

wzr 0.2955  
- 0.2112

0.2955  
2.0688  
2.3643  
2.3643  
0.0000

0.0843 gr umrlo bi uporabljen 2 enajstis anodnega

t.j.  $\frac{843}{2955} = 0.285$  celj nudi vdrilony

Orkand iz se ste son stomek pur inuigi natetini pade

0.285 =  $\frac{m_{K^+}}{m_{Na^+}}$   
= liuba prepovedane

zeliy jidnake ~~z~~ trake od koncetracy.

Isa lyl vrtov boros stiony. Is entroni wozj concetracy stupnigi ziz 0.356

0.6765 CuO

0.5118

0.1647

0.2043

CuO = 0.1315 Cu

~~0.0728~~ = 0.2043 = 0.356 = m

$m_{Na^+} = m_{Cu^{2+}}$   
 $m_{Na^+} + m_{Cu^{2+}} = m_{Na^+} + m_{Cu^{2+}}$   
 $m_{Na^+} = m_{Cu^{2+}}$

$m_{Na^+} = m_{Cu^{2+}}$   
 $m_{Na^+} + m_{Cu^{2+}} = m_{Na^+} + m_{Cu^{2+}}$   
 $m_{Na^+} = m_{Cu^{2+}}$   
 $m_{Na^+} = m_{Cu^{2+}}$

Na 63 Cu prepada

$\frac{32}{63} SO_4$

~~zati waga 0.2043 Cu prepada~~

Na 100 Cu vdrilony

~~izidnake ziz 0.2043 Cu~~

$\frac{96}{63}$

$\frac{100}{63}$

~~SO<sub>4</sub> vdrilony~~

wyudhovet ~~0.0728~~

zati do fny jiba CuO

0.356

wzr  $\frac{96}{63}$

SO<sub>4</sub>

wzr

$\frac{96}{63}$

~~(0.2043 0.0728)~~

SO<sub>4</sub> z fny dlt

$\frac{96}{63}$

(1.000 0.356)

$\frac{96}{63}$

(1-m)

wzr SO<sub>4</sub> kty

n wply owi ni do anionu



tem. (1-m) ionu SO<sub>4</sub>

wzr jidli n liuba prepada

Kationar to 1-m : kationar

$u = v = 1 - n = n$

to so opozicij tyh puzicij opozicij n nle

$\frac{u}{v} = \frac{1-n}{n} = \frac{1}{n} - 1$

$\therefore n = \frac{v}{u+v}$

$1-n = \frac{u}{u+v}$









Ogawa



Tanya Tomson, Clausius, Helmholtz  
ie cele energie chimice sunt in echilibru electric.

Juuli  $\frac{1}{2} H_2$  ~~193000~~  
96000 Coulomb



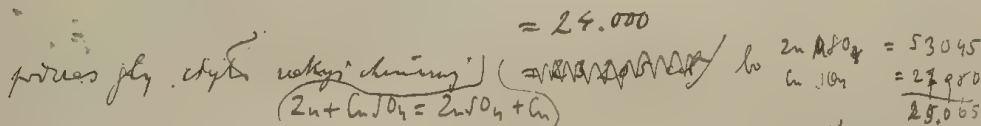
energia electrica  $A. 96000. E = f = \text{canta de electroni} \cdot \frac{1}{2} \text{ gramului Zn}$

asta e valoarea in electroni. prop. cu cantitatea de zinc.

Ala tip Ogawa te ajuta sa ai o idee  $\phi$

$E_{\text{Daniel}} = 1.05 \text{ V}$

$\frac{96000 \cdot 1.05}{100.800} \text{ Joules} = 100.800 \cdot 10^7 \text{ Ergs} = \frac{100.8000}{42} \text{ cal}$   
 $= 25000 \text{ cal}$



Ala proces fizic e in echilibru cu energia electrica in circuitul electric.

procesul chimic (reacția de oxidare-reducere) nu depinde de proces.

Procesul de oxidare-reducere nu depinde de procesul electric. E obisnuita alia tip Ogawa, a oxidare-reducere.

$2   2\text{SO}_4    \text{CuSO}_4   \text{Cu}$	100	98.9	-11
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2    \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	1004	<del>98.8</del>	-10
$\text{Zn SO}_4    \text{Fe SO}_4$	26	39	+13
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2    \text{Ag NO}_3$	71	40	-31



Quyl'Jenis prop do bolkenet stopni

Przy metrych termicznych temp:  $0^{\circ} - 100^{\circ}$  wyładow Cu (1/100 = 1/100)

	Te	Sh	Fe	Ag	Cu	Pb	Hg	Mn	Co	Dr
65	+40	2.2	0.95	0.03	-	-0.19	-0.98	-1.6	-2.2	-3.2

Przemysły w tym zakresie i stan pracy motywu

2. wyphę punkt  $\bar{E} = f(t_1, t_2) \left(1 - \frac{t_1 + t_2}{2t_m}\right)$  (dowód: 1)

Ag - Fe:  $E = (E - t_2) [\bar{p} - 2p_2 - 0.00737 (1 + t_2)]$  where  $p_2$  is known  $T$

E origina mokeganidny watoru dla  $t_2 = 223^\circ$  (punkt na 1.4)

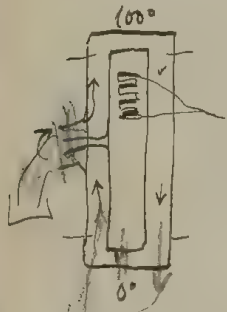
Any datotumen podivisim nigt by si navet saka ochronit

To jest dowodem iż I). cętko mi tyłko u migoczących strumieni: dwóch takich jest  
abs. rozp. wydane lecz <sup>w innych miejscach</sup> także ~~po~~ nieliczne gązdy pólno między podnoszące.

II). Je nelinearne granice <sup>zidruje</sup> mitake nuni poudariti sity elektr. med.

Thompson Effect

Discharge went to Le Roux<sup>a</sup> 1867



~~Self~~ symmetric to the turn velocity.  $= 0$

ty uam khol' effekt jak golyh pyd' el'te. sobinet za roby veyt (Koblenst)

Podrobni u steci; analize

zaporne ~~to~~ podobne sparske stnigje tiz u elektrolitah ite de nje potro uprj!  
to tam wicle stnigje uprj na sparske elektrolitah.

To put these in co accordance with former habits of interchange to metals  
give ~~the~~ <sup>the</sup> tongue country ~~present~~ (a state tongue) to prod -

otrzymujemy albo

$$U = \sum n_i \left[ p_i \ln \theta + A + \ln \frac{\theta}{T} + k_B \ln (n_i + n_i + n_i + \dots) + k_i \right]$$

$$\text{albo } \sum n_i \left[ p_i \ln \theta + A + \ln \frac{\theta}{T} + k_B \ln \left( \frac{n_i + n_i + \dots}{n_i} \right) + k_i \right]$$

funkcji  $\downarrow$  odpowiadają wartości względne  $\theta, p$

ilorazów  $k_i, k_2, \dots$  określa się wartości ~~nie mające znaczenia~~  $\theta, p$

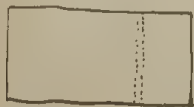
gdzie  $n_1, n_2, n_3, \dots = 0$  z wyjątkiem  $n_i$  mających znaczenie

$$U = \sum n_i p_i \ln \theta + A + \ln \frac{\theta}{T}, \text{ gdzie } k_i = -A + k_B \ln n_i$$

z warunkiem

~~albo~~ ~~tu~~ ~~z~~ ~~tego~~ że entropia = funkcja jedyn pierwiastkowa względem  $n_1, n_2, \dots, n$

czyli wyrażona w warunkach praktycznych 0 tego stopnia



To przekształcenie Słowa Homera z mierzalnością danych. Jaki minimum  
się określa w przypadku przekształceń i jakie obliczenia:

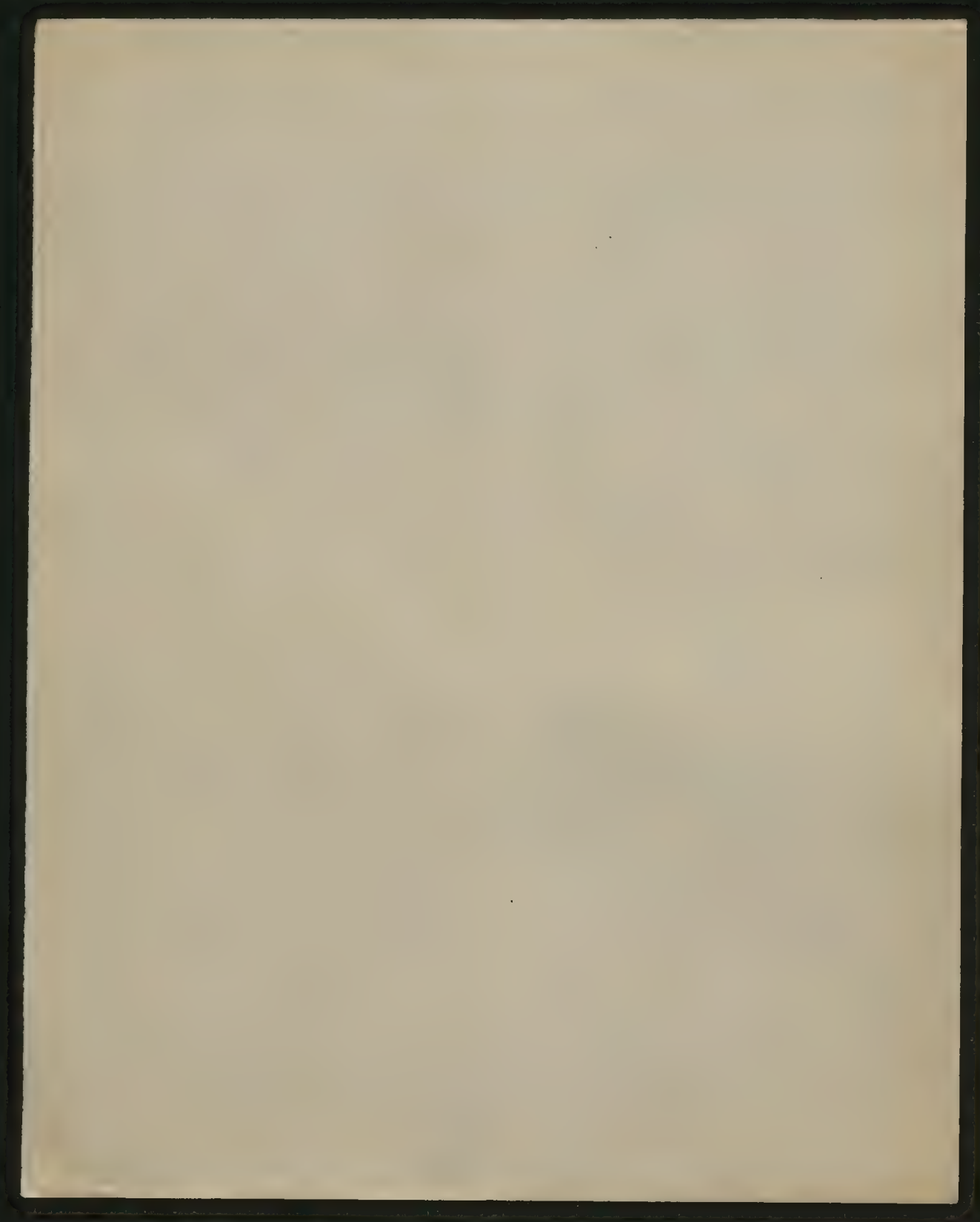
$$A \int p \, d\omega = n A + \theta \ln \theta \quad \left\| \quad W = A H \theta \left[ n_1 \ln \frac{V_1}{V} + n_2 \ln \frac{V_2}{V} \right] = \text{praca} \text{ przy } 2 \text{ dwóch poziomach}$$

Wobec czego można uzyskać przez użycie i tam jest proporcjonalność

$$\frac{V_1}{V} = \text{stosunek objętości faktycznej do teoretycznej} = c_1$$

$$\text{gdzie } dW = -A H \theta \left[ n_1 \ln c_1 + n_2 \ln c_2 \right]$$

$$\Delta S = dU + \frac{dW}{\theta} = -A H \left[ n_1 \ln c_1 + n_2 \ln c_2 \right]$$



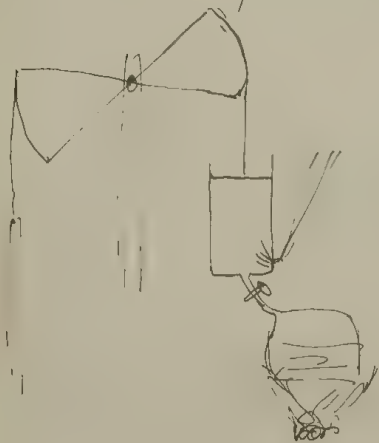
## Maszyn parowe

przechodzi: Huro Aleksandryński (~~independently~~ i inne inst. podobne) ok. 200 a. u.

1650 1725  
Są one planowane w podobny sposób, do podnoszenia wody, która  
kondensuje się w potę wyprężeni <sup>par</sup> i potę wyprężeni <sup>par</sup> i potę wyprężeni <sup>par</sup>

Capin 1647-1710  
planowany maszyn tlóko

1705  
Newcomen planowane maszyny, które tak kunsztownie funkcjonowały w z. i. z.



Wzrost i wzrostu wody, które tak kunsztownie funkcjonowały w z. i. z.  
kondensacji i wody

Wzrost i wzrostu wody, które tak kunsztownie funkcjonowały w z. i. z.

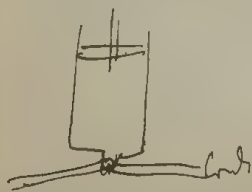
Wzrost i wzrostu wody, które tak kunsztownie funkcjonowały w z. i. z.

Wzrost i wzrostu wody, które tak kunsztownie funkcjonowały w z. i. z.

Jan Watt 1736-1819, somek, parzysta maszyn na maszynach i maszynach

sam wybudował ten model maszyny Newcomen i podobny.

Wzrost i wzrostu wody, które tak kunsztownie funkcjonowały w z. i. z.



Wzrost i wzrostu wody, które tak kunsztownie funkcjonowały w z. i. z.



zopomocy tego jesi udele nam sie budowa masyngi ktore moga byc danyjse dalsze  
 przegladu (w kompanii z Roebuck i ~~W~~ jiniu) Boulton)

Wazny bardo patent wrot 1782.

Opis mechanizmu polysci:

- 1). Zasada maszyn podrojni disetajnych, w ktorych para raz z jednej i raz z drugiej  
 strony rotacji wykonuje
- 2). Ekspansja pary

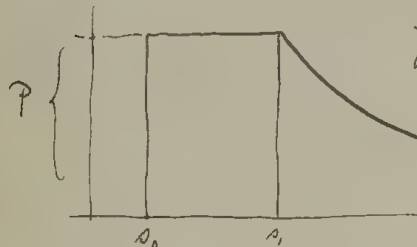
To nie wzrost naglyni przy pomocy in duktora instrumenta wydluowego tchni par  
 Watto.

Chodzi o ilosc pracy wykonanej. ~~Chodzi~~ Jaki poruszenia tchni =  $Q$ , cinienie  $p$   
 $= \sum Q p \delta s = Q \sum p \delta s$



Instrument w postaci z cylindrem ktory wykonuje  
 cinienie i wykona na papierze poruszanie przez tchni  
 zopomocy muszki tchni w. zmniejszenia wzrostu

Dofinny na to ze poruszenie pary w kotle =  $P$ , wykonany ja az do  $s_1$ ,



Jaki ten kurek i zenknie, mimo ta para wchila  
 swj przynosi wykony ot tchni moie wykonany pracy  
 jaki sie wyprze adichoty tchni. wzdzie kurek adichoty  
 i tchni zyka ci -

to pracy strachu by sie wyprze tchni przynosi tchni pary.

Wzrost dionomizacji tchni przynosi masyngi pary ktorych pary wykonuje  
 strachno mody, tchni tchni tchni.

	1	2	3	4	5	6	<del>7</del>
$\theta$	100	120	133	143	151	158	
$\lambda =$	637	642	646	649	651	653	

~~Przegląd~~ ~~z historii~~ ~~mechaniki~~

1804 Woolf'a maszyna i Compensated maszyna

Tętej ekspansji niosła prężność w osłabionym cylindrze, czemu to było dozwolone przez  
rozciąganie

I nowszych maszyn nie wymagało zmian zasadniczych

Odprowadzenie ciepła, wentylacja itp. ~~Wielkość odprowadzenia ciepła była~~ temperatury

Mianowicie podał o skutkach trójki temperatury Clausius, Berni itp.

Wiedząc że: nie można już samemu: co było w pracy było

np. 150 -

Właśnie te warunki wypróbowano i tym; z innych przyczyn ~~z~~ przyczyn  
dodatkowych.

Teoria uproszczona

Jaka praca przy ekspansji?

$$R = AT \frac{dp}{dt} (s-b)$$

$$v = x s + (1-x) b$$

$$W = \int p dv = \int p d(xs) = A \int d(pxs) - A \int xs \frac{dp}{dt} dt$$
$$= A \left[ p x s \right]_1^2 - \int \frac{R x}{T} dt$$

$$\text{a dla procesu adiabatycznego mamy } \frac{x R}{T} + c \int T = \text{const}$$

$$\int c \ln T dt = c T \ln T - c T$$

adiabatyne  
Rozprzianie pary nasyconej

$$\frac{x_2}{T_2} = \frac{x_1}{T_1} - c \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$x = \frac{T}{c} \left( \dots \right) = \frac{T}{507 + 0.34T} \left[ \frac{x_1}{T_1} - c \ln \frac{T_2}{T_1} \right]$$

Np. para sucha nasycona  $x_1 = 1$ ,  $T_1 = 150^\circ$ ,  $x_2 = \dots$

z tego wynika następująca kondensacja podczas rozprziania adiabat.

$t_1$	150°	125°	100°	75°	50°	25°
$x$	1	0.956	0.911	0.866	0.821	0.776
$p$	3630 = 4.6	1240 = 1.6	760 = 1	280 0.37	92 mm 0.12	23 0.03
$v$	1.388	1.88	3.90	9.23	25.7	88.7

Obliczenia oparte na danych z tabeli Reymonta

a dyfuzja (wzrost wagi) =  $\frac{x \cdot G}{G_{150}}$

przy tym  $G$  (przybliżenie wagi) przez Dwygla  $G = \frac{T}{p} \cdot \text{const}$

$$v = x \cdot \frac{T}{T_{150}} \cdot \frac{p_{150}}{p}$$

a doświadczenie:  $G = \frac{r}{AT} \frac{dp}{dt}$

z czego się otrzymuje  $v = \frac{1}{A \frac{dp}{dt}} \left[ \frac{x_1}{T_1} - c \ln \frac{T_2}{T_1} \right]$

Gdyby rozprzianie zachodziło między parą suchą to byłoby zamiast tego:

$v$	1	1.93	4.16	10.21	29.7	107.1
-----	---	------	------	-------	------	-------

nie różnica  
długości czasu przy  
różnym rozprzianiu

$$\lambda = 666.5$$

$$100^\circ / 637$$

$$125^\circ / 645$$

$$150^\circ / 652$$

80

$$31 : 19$$

$$12$$

$$353 : 76 = 4.6$$

$$19$$

$$34$$

$$7 : 19 = 3$$

$$57$$

$$150$$

$$92 : 76 = 12$$

$$100$$

$$8$$

$$27 : 76 = 3$$

$$4.65 \cdot \frac{323}{423} = 0.911$$



2. Praca wykonana:

$$W = \int p dv \quad v = xs + (1-x)b$$

$$dv = d(xs)$$

$$s = \frac{v}{AT} \frac{dp}{dt}$$

$$= \int p d(xs) = A p xs - \int xs \frac{dp}{dt} dt$$

$$= \int_1^2 \frac{rx}{T} \frac{dT}{dt} = A T \cdot \frac{rx}{T} - A \int T \frac{d(rx)}{T} dt$$

$$- c dt$$

Równanie - drób:

$$T d\left(\frac{rx}{T}\right) + Mc dT = 0 \rightarrow$$

~~d(xs)~~

$$\cancel{A p xs} - A rx$$

$$W = \left( p xs - \frac{rx}{A} - c T \right) \Big|_1^2$$

$$= x \left[ ps - \frac{r}{A} \right] - c T \Big|_1^2 = x_2 \left( p_2 s_2 - \frac{r_2}{A} \right) - x_1 \left( p_1 s_1 - \frac{r_1}{A} \right) - c (T_2 - T_1)$$

W ten sposób obliczone W (praca wykonana przez 1 kg pary) przy założeniu  $x_1 = 1$   
 $\frac{r_1}{T_1} = 10$

I). praca wykonana przez wytworzenie 1 gr. pary  $\stackrel{(150^\circ)}{=} P s = \frac{p}{T} \frac{r}{dt} \frac{r}{A}$

$$= \frac{3581}{40680} \cdot \frac{500 \cdot 42 \cdot 10^6}{\text{kg}}$$

$$423.2065 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$= \frac{3581 \cdot 500 \cdot 42 \cdot 10^6 \text{ kgm}^3}{40680 \cdot 1000 \cdot 0.980} = \frac{3581 \cdot 5 \cdot 42 \cdot 10^3}{4068 \cdot 98 \cdot 10^3} = 18.7 \text{ kgm}$$

II). Pracy ekspansji tej pary

t	150°	125°	100°	75°	50°	25°
W	0	11.3	23.2	35.9	49.3	62.7 kgm

Teraz możemy obliczyć pracę wykonaną przez 1 gr pary przy zjawisku przemiany fazowej odwracalnej, idealnej, jeżeli cylinder adiabotyczny:  
 zawierający system wody



I). Wpływamy ~~do~~ 1 gr pary przy temperaturze  $T_1$   
 tak samo jak przy zjawisku odwracalnym

$$Q_1 = x_1 \quad W = P_1 s_1$$

II). Rozprężenie adiabata aż do temperatury  $T_2$

$$Q_2 = 0 \quad W = x_2 \left( p_2 s_2 - \frac{r_2}{A} \right) - \left( p_1 s_1 - \frac{r_1}{A} \right) - \frac{c}{A} (T_2 - T_1)$$

III. Sprężenie systemu aż do ~~temperatury  $T_3$~~  ~~do  $x_3$~~

$$Q_3 = -r_2 (x_2 - x_3) \quad W = -p_2 (x_2 - x_3) s_2$$

IV. Sprężenie ~~adiabotyczne przez sprężenie~~  $T_2$  na  $T_1$

$$Q_4 = c(T_2 - T_1) \quad W = 0$$

Całkowita praca wykonana: 
$$W = \frac{r_1}{A} - \frac{x_2 r_2}{A} - \frac{c}{A} (T_2 - T_1) = Q_1 - Q_3 - Q_4$$

Przy tym  $x_2 r_2 = T_2 \left( \frac{r_1}{T_1} - c \log \frac{T_2}{T_1} \right)$

brakujemy:  $x_3 = 0$

$$0 = \frac{x_3 r_2}{T_2} - c \log \frac{T_1}{T_2} \quad \text{zatem: } x_3 = \frac{T_2}{r_2} c \log \frac{T_1}{T_2}$$

$$W = - \left( p_2 s_2 - \frac{r_2}{A} \right) x_3 + \frac{c}{A} (T_2 - T_1)$$

Efficiency  
 $565.288$   
 $24.104$   
 $= 0.065$

Zatem całkowita praca:

$$W = \frac{n_1 - n_2 (x_2 - x_3)}{A} = \frac{n_1 - n_2 x_2 + T_2 c \lg \frac{T_1}{T_2}}{A} \quad \text{! austerijske}$$

$$n_2 x_2 = \frac{T_2}{T_1} n_1 + T_2 c \lg \frac{T_2}{T_1}$$

$$= \frac{n_1 + (1 - \frac{T_2}{T_1})}{A} = \frac{T_2}{T_1} n_1 + T_2 c \lg \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{W}{\varphi_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \text{naturalnie!}$$

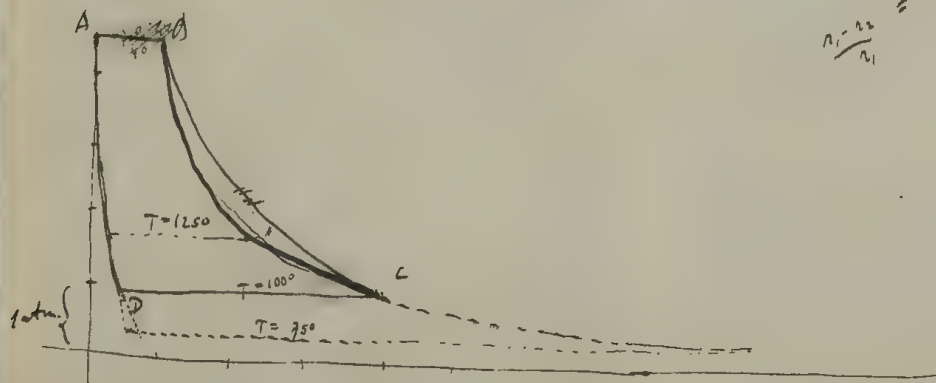
~~Właściwości siły~~

Wielkość maksymalnej drogi odpowiadającej potencjału punktu  $x_3 = \frac{T_2}{T_1} c \lg \frac{T_1}{T_2}$

$$\begin{array}{r} 423 \\ 373 \\ \hline 5717 \\ 0.0546 \cdot 23 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3622 \\ 7372 - 2 \\ \hline 25717 \\ 16711 \\ \hline 27292 \\ 0.9419 - 2 = 0.087 = x_3 \text{ dla } 100^\circ \end{array}$$

$$v_2 = x_3 \cdot \frac{1660}{388} = 0.37 \approx \text{ca } \frac{1}{10} v_2$$



$$\frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{708}{500} \cdot 0.087 = 14\%$$

$$\frac{708}{500} \cdot 0.087 = 14\%$$

Opis i wykonanie takiego idealnego procesu, którego jest niemożliwym 82

Diagram musi przedstawiać następujące modyfikacje:  
(takie przy założeniu adiabatyczności)

1. Rozprężenie w praktyce (tylko do 3-4 objętości) bo w rzeczywistości takie objętości poza  
pionowymi odchyle do temp. condensation były  
zbyt niemożliwe

[Gdyby tutaj przy tej temp. (15/50) doprowadzić to do kondensacji]  
tylko się przez to z kondensatorem

2. Najlepiej połączenie z kondensatorem wężem kł. ~~50-60~~ 40-60°  
całkowite odcięcie (syndrum, contre pression) co 0.2 str.

[Jeszcze to połączenie traci się odrobinami]

Właściwość się prawie cały masę parę i ~~tylko~~ mł. CD odlega się  
zbyt niemożliwie jak w idealnym procesie Carnota.

3. Tylko mł. wje parę zostaje skompresowane przy AD, więc punkt D blisko 0



Idealny cykl Carnota między temp. 150°

i 50° co odpowiada 0.2 str.

$$\text{długość wydajności} \quad \frac{150-50}{423} = \frac{90}{423} = 0.21$$

produkt gdy tutaj otrzymamy pracę:

$$18.7 \text{ kgm}$$

$$+ 23.2 \quad \text{--} \quad (\text{rozprężenie do } 150^\circ)$$

$$41.9$$

$$- 3.2$$

$$38.7 \text{ kgm. po } 1 \text{ gram parę } 150^\circ$$

(kompresowanie wstępnym)

$$\frac{3.9}{1} \cdot \frac{0.2}{4.65} \cdot 18.7 = 3.2$$

$$\frac{38.7 \cdot 10^5 \cdot 980}{500 \cdot 423 \cdot 10^6} = 0.18$$



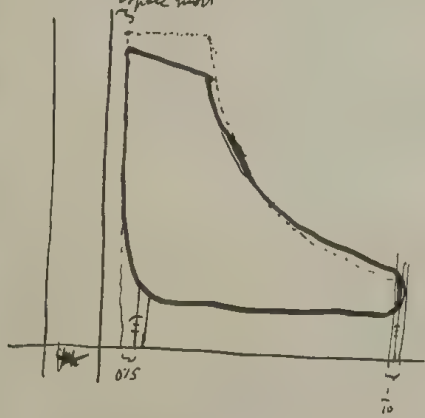
To jeszcze nie byłoby tak złym rezultatem ale projekt ma wiele form to  
formę zaciemniać ad idetywności nie opatrzować.

Siłami cylindrycznymi wydoszkuje ciepło na ruszynie.

14). Para wyciekła moka (5%) woda bezużyteczna

Opis sposobu podawania przez Herma:

- 1). Coś więcej parę trzeba już mniejsze anizak w kotła z powodu „duszenia” parę n.p. o 5%
- 2). Trzeba wiele ciepła parę wpisać niż z uwagi potrzebny by było, bo siłami cylindrycznymi (z powodu temp. lodowatej) i trzeba ją ogrzać. Para się kondensuje węża w temperaturze między (n.p. o 2 do 85%) parę z parą



- 3). Przy wyprężaniu węża temp. parę spada poniżej temp. siłami co ogrzanych, więc z wody ciepła ciepła wypręża, zatem w dolnej części kręgu będzie parę z ciepła ciepła. Ważne porównanie mi kondensacji! ciepła tamtych straconej parę wypręża się zatem, ale stracono miedzy, w ciele ma ona strata wydoszkuje.

To ~~strata~~ skupienie i porównanie ma taki skutek że kręga zamiast obrotowego kształtu wiele ciepła zbiera się do kształtu węża parę DCh: hiperboli równobieżnej i to ciepła wyciekło się w projekcie do obrotowania.

W <sup>parę</sup> ~~podanej~~ maszynie obrotowej przez Herma: 60% parę wyciekła skupienia i parę wyciekła, a z tego 40% ~~zostaje~~ <sup>zostaje</sup> ~~zostaje~~ <sup>zostaje</sup> do porównania skupienia wody, a 60% wyciekła stracone t.j.  $\frac{60 \cdot 60}{100 \cdot 100} = 36\%$  ciepła ciepła a tylko ~~64%~~ <sup>64%</sup> ~~zostaje~~ <sup>zostaje</sup> 1/2 ciepła natomiast jeszcze się stracono na tarcie obrotowe i gromadzi się w projekcie w kotła

Z tegoż dot. oryginalnie już wyznaczone zastawanie umiarkowanej tony adobe (wtedy (dane) 2 1/2)  
tutej absolutnie nie ma sensu, i nie można się dowieść jakiegoś innego

je nie chodzi o portywal formithami Clavusosa co do wyrażenia adobe (wtedy (dane) 2 1/2)  
Him wyrażenie badania doświadczenia kalorycznego w portywal.

Me o najnowszym urobie zostało wyrażenie wyznaczone cyfry przez porównanie cylindru  
(zapisanie tony) (porównanie cyfry Fouriersowskiej). Nadal<sup>o</sup> donosił już do formithami jakiegoś,  
le to się już może znaleźć wreszcie. Także tutaj jak wyznaczenie tony  
tęgi się z eksperymentem.

Wracając do... : forma porównania struktury kondensacji przez porównanie  
do cylindra. Według Votta można to wyznaczyć wreszcie starożytności  
formam porównania (Dampfmanul, dymnie de vapour)

Him zbadal masyżę wreszcie podobną do owego przedtem wyrażenia, ale zaopatrzył  
dymnie de vapour i znalazł, że struktura cyfry już tylko 17<sup>to</sup> cyfry cyfry.  
Ale co prawda do tego trzeba dodać cyfry związane z opisanie struktury.

Dla natych masyżę to się wyraża nie opłaca, ale od 20 HP porównanie cyfry  
do się z porównanie porównania



Inny model: porównanie. przez, które tym sposobem można się wyrażać kondensacji  
porównanie. Him: porównanie 150<sup>o</sup> porównanie do 231<sup>o</sup>

masywa dawała 52.6 kg podjętą węgla

$$= \frac{52.6 \cdot 10^8}{42 \cdot 10^6 \cdot 1000} = 0.125$$

0.06  
12  
organizm to warunki mniej  
niż temperatury E dla temp. 201-99°  
 $\frac{134}{504} = 0.265$

ale więcej niż  
warunki  
150-97 53  
423 223  
= 0.125

Próba gdy ta sama masywa próbna przez maszynę 1500 dawała

41.64 kg pro 1.43 l

$$\frac{41.6 \cdot 10^8}{42 \cdot 10^6 \cdot 600} = 0.099$$

Kompleksowa produkcja energii - przekształcanie energii  
8000 p. 10<sup>8</sup> 42 p. 100 75.8863 225:2800 0.080  
75.868.64. 10<sup>8</sup> 10<sup>4</sup> 56 p. 100 28  
28

Straty te pochodzą z opinany ciepła przy ugięciu części parownika organizm  
temperatury mniej więcej równa ugięciu kładzie razem z tym przydatną do pracy maszyną

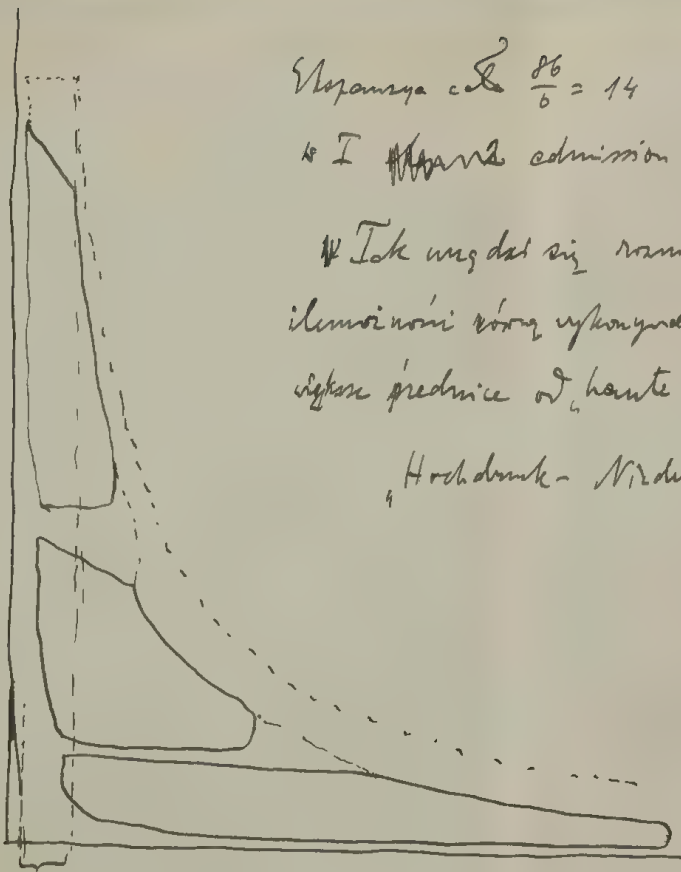
4. zrem mniej więcej wahać temp. o ugięciu

Z drugiej strony dla wydajności na korzystniejszą jak najwięcej w czasie temp. przy  
wchodzącej: kondensator i jak najwięcej ekspanzji.

Te ugiędy wewnętrznej konstrukcji „Compound” (lub Woffl)  
albo technicznie  
Włosa tak 3 ma cylindrami jak maszyną obracaną

Przykład doświadczenia średniego (maszyną 2000 HP.  $P_0 = 12$  kg

120 obrotów na minutę) przy ugięciu części węgla maszyną



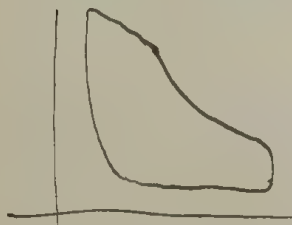
Wpływ  $\frac{86}{6} = 14$

to I ~~Admission~~ admission  $\frac{1}{2}$

Wtedy niech się rozumie, iż każdy z tych  
iluminacji równy, wykonany przez, wizerunek  
współpracy i "ciężkiej pracy"

"Hochdruck - Niedrdruck" gładzi

Wzrost diagramu normalny:



Również styl i konstrukcja naszego wykresu  
diagramu

Np. ~~stwierdzenie~~ stwierdzenie, że nie ma potrzeby  
wzrostu, albo wzrostu, albo wzrostu

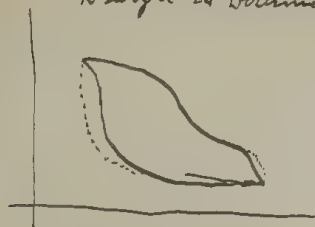


Stwierdzenie, że nie ma potrzeby

Takie jest nasze, że nie ma potrzeby

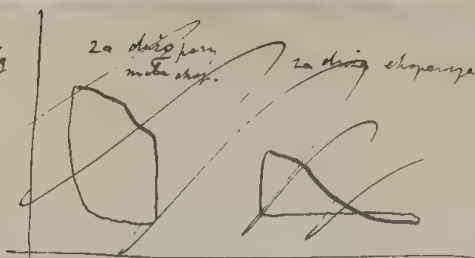


Wentyle za weruine sig otčinę i rosnęję

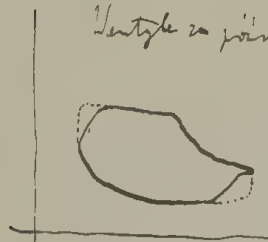


29 Oct 1907

na dning shapanya

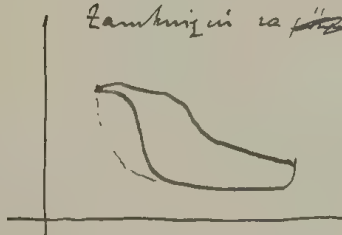


Hentyle 20 joins



now true

Zamknij in za ~~12~~ vsedni

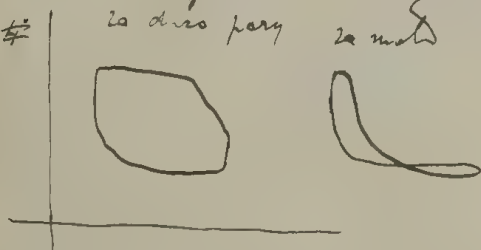
~~Storoni: pregled do spoznania i wypracowania przy~~

Aling.

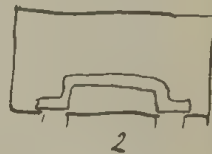
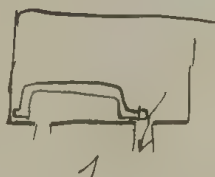
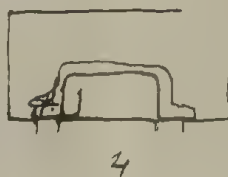
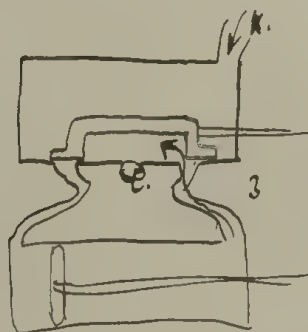
卒

La dno party

2. 2. 2.



7. Zsófi



prop. drone

pro. dom  
20 pomog ascen. tr



Ogólne warunki: oszczędne funkcjonowanie, taniość, solidność, szybkość itp.  
 Główny nacisk: bezpieczeństwo, małe wymagania, to niezbędne kłopoty  
 Podstawne wymagania: szybkość, małe wymagania, stojące ale też i kół  
 na dole, gładkie spore.

Wszystko to musi być nieprzekraczalne ale też i nie mniej ważne.

Ramowe typy auty czołowe

Pod pewnym względem. technicznie: nacisk na szybkość i lekkość

1. Lekkość. bardzo solidna, prosta

wyśle: zasada przyspieszenia. Kulisa Stephana

Para powietrza w ciągu 8-15 atm., ale wypiera się na kondensat. 1'5-2 atm.

ale oszczędności miejsca i zużycia energii. Dlatego też bez planu pracy itp.

Spore i istotne oszczędności w tym kierunku (wykazywać oszczędności do 35%)

rozprawa obrotowa  
 Np. 10 wagonów à 12 t

+ Tender 28

+ Lokomotywa 42

} = 190 t

głównie 1 t :  $v = 2.4 + 0.001 v^2$

$$v = \frac{90 \text{ km}}{\text{h}}$$

$$= 2000 \text{ kg}$$

$$\text{Zatem } \frac{2000 \cdot 90 \cdot 1000}{25 \cdot 1000} = 667 \text{ HP}$$

$$\frac{2000 \cdot 90 \cdot 1000}{60 \cdot 60 \cdot 425} = \frac{18 \cdot 10^5}{36 \cdot 425} = \frac{5 \cdot 10^4}{425} = 100 \text{ HP}$$

Nacisk na szybkość

Zużytkowaniu paliwa w maszynach parowych:

Współł	1.0 0.6	100% 600	45%
Wydajność idealnego cyklu Carnota	0.27	$60 \cdot 0.27 = 15.2$	43.80
Współł cyklu	0.60	1.72	5.48
Tarcie itp.	0.77	7.50	2.22
	0.075	7.5%	92.5%

110° 1-

1 kg  
1.5 p. f. d.

Wyciek ciepła strata, główni polega na modyfikacji temp. zużytkowania

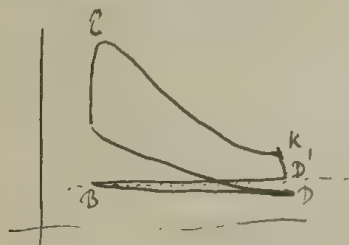
Temperatury wody do skondensowania motoru parowego

$$\begin{array}{r} 19340 - 9350 \\ \underline{272} \quad \underline{172} \\ 2207 \quad 1268 \end{array} \quad \text{idealny cykl dający 45\%}$$

23 atm.

ale niekonstancji cyklu z czasem, toż i ostrożna wydajność 17.5%

~~zatem~~ Opis motoru Otto 1877 16-18%



BD sprężenie gazu ( $p < 1 \text{ atm}$ )

D'B wyprężenie ( $p > 1 \text{ atm}$ )

K porządek wypuszczenia (2 atm)

Diesel 1897

35 atm

35%

Konstancja gładkości ma wiele różnic w skutkach wyrażonych w form

$$1 \text{ HP} = 740 \text{ watt}$$



54

20

17

57

Enthus

in London

2' 2

抄本

2 Kondens.

17

~~50 Compound~~ ~~Tree~~

100 ~~2/10/10~~ Corbin

7'5"

74

500 Compound

1'0

5h

海. 50

$$\frac{80.425}{36} \frac{\text{km}}{\text{sec}} = \frac{80.425}{36.75} \text{ HR} = \frac{80.425}{36 \cdot 3} = \frac{80.425}{27} =$$

34 08 . 27 = 12'6"

70  
16

$$1 \text{ HP} = \frac{1}{12.6} \frac{\text{kg}}{\text{sec.}}$$

więc u najlepszych masyżystów potrzebuję 126 razy tyle  
wygła jak u

h.j. iz vyda'noi' produktivna :  $0.08 = 8\%$

~~2 teps per gallon w k<sup>2</sup>O<sub>8</sub>, ca 75%~~

~~0.14 = hydrolysis reaction~~

Tonne: 20 K. = 1000 kg

1 kg = ~~25~~ 2 L

$NH_3$   $\bar{v}$  (cm<sup>-1</sup>):

-10°	2.42
0°	4.16
10°	5.32
20°	6.45
30°	7.54

for  $H_2O$  doubling:

0°	0.0752
10°	0.0649
20°	0.0526
30°	0.0403
50°	0.0229

$$NH_3 \text{ eq} - NH_3 = 28.239 \text{ g}$$

$$\lambda = - \frac{300}{42.10^6} \cdot 10^6 \cdot \frac{4.16 \cdot 29}{0.0013 \cdot 10^6}$$

$$\frac{d\pi}{dT} = 0.018 \cdot 1000$$

$$= - \frac{28.29 \cdot 10^6}{42.10^6 \cdot 9.1} = 3.10^4 \quad \frac{28.29 \cdot 50}{6000 \text{ A}}$$



$$\frac{H}{t} = \left( \frac{1}{H} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{w}{H} = \frac{5}{7}$$

$$t = 288^\circ = 273^\circ + 15^\circ$$

$$\theta = 288 \left( \frac{5}{7} \right)^{0.23} = 420^\circ$$

$$\frac{273}{427^\circ}$$

$\frac{C_w}{C_w}$	$H_2O$	$CO_2$	$N$
1500°	0.59	0.29	0.20
2000°	0.677	0.308	0.215

$$\mu = 1.2$$

1 kg form = 2115 Ltr. + 6 very light Ltr. per.

$$= H_2O : 2.2 \text{ kg}$$

$$CO_2 : 2.09$$

$$N : 42.59$$

$$t[-4.84] = 9989$$

$$t = 2064^\circ$$

prod. = 10 per

prod. = 1514°

P = 6 at 5

C  $\frac{c}{2}$   
 0 0

Timon, power

10-12 Mm.  $v = 1000 \frac{m}{sec}$

$u = 300-400$

R Lard  $\approx 50 \text{ cm}$

$n = 15000 - 20000 \text{ min}$

kilci q. b. t.

Antis. Suda. Stufy

Druck. Stufy

Latian, Zilly, Parnon

$\downarrow$   
 $70-100$

$\gamma = \frac{500}{min}$

omega 5000 H.P.



$(2-1) \frac{L}{2} =$

$\left[ \frac{L}{2} - 1 \right] \frac{L}{2} = \frac{L^2}{4}$

$\frac{L}{2} + \frac{L}{2} = L$

$\frac{L}{2} + \frac{L}{2} = L$

$\frac{L}{2} + \frac{L}{2} = L$

$\frac{L}{2} + \frac{L}{2} = L$

$\frac{L}{2} + \frac{L}{2} = L$

Uduseniu sprizeti o dnie knle nadeji sij napulkes moksapnelog  
 szi enegji kint julo pethab: kile maly intenyty. = L

$m c + M C = m c' + M C'$

$m (c - c') = M (C' - C)$

$\frac{m c^2}{2} + \frac{M C^2}{2} = \frac{m c'^2}{2} + \frac{M C'^2}{2}$

$m (c^2 - c'^2) = M (C'^2 - C^2)$

$c + c' = C + C'$

~~$(c - c') = M$~~

$M (C' - C) = m (c - C - C')$

$C' = \frac{\frac{m c}{2} + 2 m c + (M - m) C}{M + m} = C$

$c' = \frac{2 M C + (m - M) c}{M + m}$  dla naty m

$= 2 C - c = 0$  julo  $C = \frac{c}{2}$

$\alpha$  independent

$\beta$  for

$$\omega = \omega_c + \omega_p$$

$$alk = alk_c + alk_p$$

$$\begin{aligned} M_1 &= M_1' + M_1'' + \dots & M_1^\beta \\ M_2 &= M_2' + M_2'' + \dots & M_2^\beta \\ M_\alpha &= M_\alpha' + M_\alpha'' + \dots & M_\alpha^\beta \end{aligned}$$

$$\Phi = \Phi' + \Phi'' + \dots \quad \Phi^\beta$$

$$\delta\Phi = 0 = \delta\Phi' + \delta\Phi'' + \dots \quad \delta\Phi^\beta$$

( $\beta, t = \text{const}$ )

$$\delta\Phi' = \frac{\partial\Phi'}{\partial M_1'} \delta M_1' + \frac{\partial\Phi'}{\partial M_2'} \delta M_2' + \dots \quad \frac{\partial\Phi'}{\partial M_\alpha'} \delta M_\alpha'$$

$$\Phi = \frac{\partial\Phi}{\partial M_1'} M_1' + \dots$$

$$\begin{aligned} &\left[ \frac{\partial\Phi'}{\partial M_1'} \delta M_1' + \frac{\partial\Phi'}{\partial M_2'} \delta M_2' + \dots \right. \\ &+ \frac{\partial\Phi''}{\partial M_1''} \delta M_1'' \\ &+ \left. \frac{\partial\Phi^\beta}{\partial M_1^\beta} \delta M_1^\beta + \dots \right] \end{aligned}$$

$$\frac{\partial\Phi^\beta}{\partial M_\alpha^\beta} \delta M_\alpha^\beta = 0$$

$$0 = \delta M_1' + \dots \quad \delta M_1^\beta$$

$$0 = \delta M_\alpha' + \dots \quad \delta M_\alpha^\beta$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial\Phi'}{\partial M_1'} &= \frac{\partial\Phi''}{\partial M_1''} = \dots = \frac{\partial\Phi^\beta}{\partial M_1^\beta} \\ \vdots \\ \frac{\partial\Phi'}{\partial M_\alpha'} &= \frac{\partial\Phi''}{\partial M_\alpha''} = \dots = \frac{\partial\Phi^\beta}{\partial M_\alpha^\beta} \end{aligned} \right\} \alpha(\beta)$$

Station <sup>condition</sup> ~~is~~  $2\beta$  <sup>in</sup>  $M_i^k$  <sup>at</sup>  $\beta, T$

$\parallel$  <sup>in</sup> ~~is~~  $2\beta$  <sup>in</sup>  $M_i^k$  <sup>at</sup>  $\beta, T$

station <sup>condition</sup> ~~is~~  $2\beta$  <sup>in</sup>  $M_i^k$  <sup>at</sup>  $\beta, T$

$$+ 2 \quad \beta(\alpha+1)$$

$$\text{station } M_k = \beta$$

~~Station~~  $2\beta$   $[\beta(\alpha+1)+2]$  <sup>in</sup>  $M_i^k$  <sup>at</sup>  $\beta, T$

$$\beta - \beta + 2 = \beta + \alpha + 2 = \beta + \alpha + 2$$

$$W = \beta + \beta + 2$$



$$\phi = U - TS + A_2 V$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \mu} = \frac{\partial U}{\partial \mu} - T \frac{\partial S}{\partial \mu} + A_2 - A_2 \frac{\partial V}{\partial \mu} = A_2$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial T} - S - T \frac{\partial S}{\partial T} + \cancel{A_2} + A_2 \frac{\partial V}{\partial T}$$

$$\frac{\partial (\phi - \mu_2)}{\partial T} = \frac{\int_1^2 \sqrt{\cdot}}{\cdot} = \frac{2}{T}$$

1886

zobaczmy, jak zmienia się energia w temp.  $\theta$ , ciśn.  $p$

co musimy uwzględnić?

zmienny objętość: mamy  $M_1, M_2, \dots, M_k$  substancji

objętość  $v$

ciśnienie  $p = \theta ds$

właściwości fizyczne substancji  $(\theta, v, M_1, M_2, \dots, M_k)$

zatem  $U = f(\theta, v, M_1, \dots, M_k)$

$$dU = \frac{\partial U}{\partial \theta} d\theta + \frac{\partial U}{\partial v} dv + \frac{\partial U}{\partial M_1} dM_1 + \dots + \frac{\partial U}{\partial M_k} dM_k$$

Jaki macierzy wpływ?

Zobaczmy  $dM = 0$

$$dU + \theta dp = \theta ds$$

$$dU = \frac{\partial U}{\partial \theta} d\theta + \frac{\partial U}{\partial v} dv + \dots + \theta ds - \theta dp$$

Wtedy

$$dU = \theta ds - \theta dp + \sum \frac{\partial U}{\partial M_k} dM_k$$

co odpowiada to potęgą i energii mechanicznej

Na tej podstawie zobaczmy jakie mamy  $M_1, M_2, \dots, M_k, v, \theta$  w tym przypadku - stan 1:  $\theta_1$

zatem tak samo  $U = f(\theta, v)$

$$dU = U d\theta \quad dV = V d\theta$$

$$U = \theta^2 - \theta p + \sum M_k \mu_k$$

$$\Phi = \sum M_k \mu_k$$

zobaczmy, jak zmienia się energia w temp.  $\theta$ , ciśn.  $p$

zobaczmy, jak zmienia się energia w temp.  $\theta$ , ciśn.  $p$

zatem tak samo  $U = f(\theta, v, M_1, \dots, M_k)$

zatem tak samo  $U = f(\theta, v, M_1, \dots, M_k)$

$$F(\theta, p, \dots) = 0$$

$$P = F(\theta, T, \dots)$$

zatem tak samo  $U = f(\theta, v, M_1, \dots, M_k)$

systeme lineare z wyznacznikiem  $\Phi = \sum \sum M_{\alpha\beta}$

czy istnieje jak jaka kombinacja  $k$  punktów z jakich  $\beta$  do drugich / nie zmienia  $\Phi$

$$\delta \Phi = (\mu_k - \mu_k^*) dM \quad \text{w naszym przypadku} = 0$$

$$\text{czyli} \quad \mu_k = \mu_k^*$$

a więc otrzymujemy dla każdego układu  $k$  punktów w wyznaczonych  $\beta$

można znaleźć odpowiedni  $\beta$ :

$$\text{potrzebujemy} \quad n \quad \text{niezależnych} \quad \dots \quad k$$

$$t, \theta \quad \frac{2}{k+2}$$

zatem tych ile  $\beta$  :  $f$

$$\text{stwierdzamy} : k+2 - f = w$$

$w=0$  invariant

$w=1$  invariant

$w=2$  invariant

$$\frac{\partial}{\partial \theta} + A \frac{\partial}{\partial \theta}$$

$$\Phi = C_0 \theta - C_1 \theta^2 + C_2 \theta^3 + \dots$$

$$\frac{d}{d\theta} = \lambda$$

$$dS = C_0 d\theta + A \lambda d\theta$$

for  $\lambda = 0$

Kazimierz i Stanisław, bracia wyobraźni, nie to podwójnie z tego że ~~właściwie~~ imię + i - w imię.  
Wskazywać K na tym stanowisku mniej się przysposobił zatem Tadeusz dysocjuje K.

Prinicia nity dygo. ygoniz nity ~~na~~ <sup>stom</sup> nocami w most. do siedziszini  
cozyng trake zale mason, <sup>stom</sup> ifet. - bez barany falkat chci winyggy slady  
cozyng. Sdy nity doljy trah wady to zepalygizy osmons.  
wopole wopole silni ubanioma z iony.

Takie kurczenie się Kaluży główne poleca Wronowski.

N.p. HCl trafia się wprost do  $\text{CH}_3\text{Cl}$  — wtedy wiele mi dłużej na  
przebiegu maximum — ale gdy się długi wół zaczyna się wydzielanie  $\text{CO}_2$

$\text{Cu}$  i  $\text{S}$  tworzą się dwiema parą granic, podczas gdy  
 $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{CuSO}_4$  w naturze wchodzą zawsze w łączność

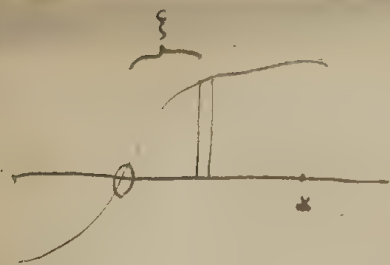
Reaction mechanism for ~~propionyl chloride~~  $\text{CH}_3\text{COCl}$  +  $\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{AgNO}_3$  just reacts w/  $\text{Cl}^-$  to form  $\text{AgCl}$  precipitate.  $\text{Cl}^-$  is a poor nucleophile.  
 produces  $\text{H}^+$   $\text{K}^+ \text{Cl}^- \text{O}_3^-$   $\text{CH}_3\text{COO}^- \text{H}^+$  a nice ester, whereas  $\text{H}^+$  is a weak base.

~~2 drugi~~ str. Jest si uwinęła tego dys. d. mianowicie o Mieszk (Wład Ostry) i Holendzi str. choi trzeba pamiętać iż ma także jinną passionitkę (męgli i Angli) i iż se jinną niektóre punkty męglane.

Woj. a tymż istnieniu omd. etc. ~~związanie~~ bieżącej jego jake drabiny  
podnoszą one się równie do drabiny naturalnej ~~związanie~~ drabiny. Czy on nie  
zjawia się w niej znowu?







$$\theta = \sum \Phi(\xi) \Delta \xi \frac{1}{2\alpha\sqrt{\pi t}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4\alpha^2 t}}$$

$$= \frac{1}{2\alpha\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{+\infty} \Phi(\xi) e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4\alpha^2 t}} d\xi$$

$$\xi - x = 2\beta\alpha\sqrt{t}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \Phi(x + 2\beta\alpha\sqrt{t}) e^{-\beta^2} d\beta$$

$$\theta = - \int_{-\infty}^{+\infty} \Phi(\xi) \frac{\partial \psi}{\partial \xi} dx$$

$$\theta = \sum \Phi(t) [\varphi(x(t-t_1)) - \varphi(x(t-t_{n+1}))]$$

$$= \int \Phi(t) \frac{\partial \varphi}{\partial t}(t-t) dt$$

$$= \frac{x}{2\alpha\sqrt{\pi}} \int_0^t \Phi(t) e^{-\frac{x^2}{4\alpha^2(t-t)}} (t-t)^{-3/2} dt$$

$t-t = \frac{x^2}{4\alpha^2\alpha^2}$

$$u = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{x}{2\alpha\sqrt{t}}}^{\infty} \varphi\left(t - \frac{x^2}{4\alpha^2\alpha^2}\right) e^{-\alpha^2} d\alpha$$

for  $\varphi = \cos \alpha t$

$$u = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cos \alpha t \int_0^{\infty} e^{-\alpha^2} \cos \frac{x^2}{4\alpha^2\alpha^2} d\alpha + \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sin \alpha t \int_0^{\infty} e^{-\alpha^2} \sin \frac{x^2}{4\alpha^2\alpha^2} d\alpha$$

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\alpha^2} \cos \frac{x^2}{2\alpha^2} d\alpha = e^{-x^2/4}$$

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} e^{-z^2} dz = 1$$

$$z = x - \frac{y}{a}$$

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} e^{-a^2 - \frac{y^2}{a^2}} da = e^{-2y}$$

$$\Phi = x + 2\beta a \sqrt{t}$$

$$J = \frac{\alpha - x}{2a\sqrt{t}}$$

$$dJ = \frac{d\alpha}{2a\sqrt{t}}$$

$$\alpha = x + 2\beta a \sqrt{t}$$

$$\frac{1}{2a\sqrt{t}} \left[ \int_{\alpha=x}^0 e^{-\left(\frac{\alpha-x}{2a\sqrt{t}}\right)^2} d\alpha - \int_{\alpha=x}^{\xi} e^{-\left(\frac{\alpha-x}{2a\sqrt{t}}\right)^2} d\alpha \right] = \frac{1}{2a\sqrt{t}} \int_0^{\xi} e^{-\left(\frac{\alpha-x}{2a\sqrt{t}}\right)^2} d\alpha$$

$$\theta = \frac{c}{a\sqrt{\pi t}} \int_0^{\xi} e^{-\left(\frac{\alpha-x}{2a\sqrt{t}}\right)^2} d\alpha$$

$$\Theta = \frac{1}{a\sqrt{\pi t}} \int_0^{\xi} \Phi(\xi) e^{-\left(\frac{\alpha-x}{2a\sqrt{t}}\right)^2} d\alpha$$



$$\Phi(\xi) = \sin(\alpha x)$$

$$\theta = \sin \alpha x \int_{-\infty}^{\infty} \cos(2\beta a \sqrt{t}) e^{-\frac{p^2}{4a^2 t}} dp + \sin \alpha x \int_{-\infty}^{\infty} \sin(2\beta a \sqrt{t}) e^{-\frac{p^2}{4a^2 t}} dp$$

$$= \frac{1}{a\sqrt{t}} \int_{-\infty}^{\infty} \cos(2\beta a \sqrt{t}) e^{-\frac{p^2}{4a^2 t}} dp =$$

$$J(p) = -\frac{2}{p} \frac{\partial J}{\partial p}$$

$$p=0 \quad J = \sqrt{\pi} \quad A = \sqrt{\pi}$$

$$J = \sqrt{\pi} e^{-a^2 t}$$

$$\frac{dJ}{J} = -p \frac{dp}{2}$$

$$\frac{1}{2} J = -\frac{p^2}{2} + c$$

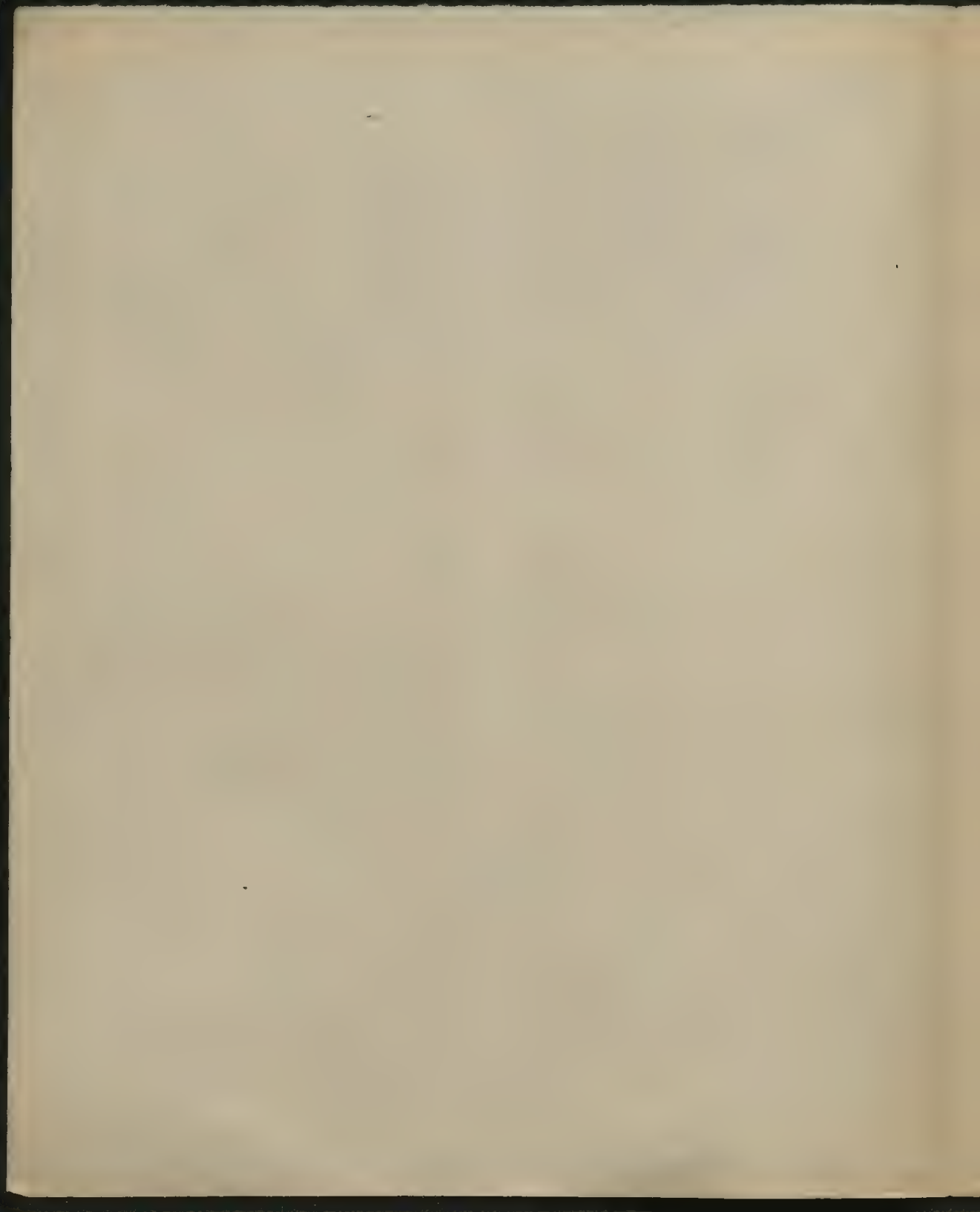
$$J = A e^{-\frac{p^2}{2}}$$

$$\theta = \sqrt{\pi} e^{-\frac{a^2 t}{2}} \sin \alpha x$$

to show in direct to apply Fourier transform

To remove my type mistake  $\theta = \frac{1}{a\sqrt{t}} \sin \alpha x$







~~A n\_1~~

$$-A n_1^2 = -a^2 A + 2b n_2$$

$$-b n_2^2 = -a^2 b - 2b A n_1$$

$$\frac{AB}{b} = \frac{2b n_2}{a^2 - n_1^2} = \frac{a^2 - a^2}{2b n_1}$$

$$4b^2 n_1 n_2 =$$

$$a^2 - n_1^2 = 2b n_2$$

$$a^2 - n_2^2 = 2b n_1$$

$$n_2^2 - n_1^2 = 2b(n_2 - n_1)$$

$$n_2 + n_1 = 2b$$

$$\cancel{a^2 - n_1^2} \quad a^2 - \left(\frac{a^2 - n_2^2}{2b}\right)^2 = 2b n_2$$

$$2a^2 - (n_1^2 + n_2^2) = 4b^2$$

$$n_1^2 + n_2^2 = 2a^2 - 4b^2$$

$$n_1 = 4b^2 - n_2^2 - n_1^2$$

$$4a^2 b^2 - a^4 + 2a^2 n_1^2 - n_2^4 = 4b^3 n_2$$

$$a^2 - (\sqrt{a^2 + b^2} - b) = \sqrt{2b} [\sqrt{a^2 + b^2} + b]$$

$$\cancel{a^2 - b^2} - b^2 + 2b\sqrt{a^2 + b^2}$$



$$c = \frac{2c}{\sqrt{r}} \int_0^{\infty}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{r}} \int_{-\infty}^{+\infty}$$

$$\theta = f\left(\frac{x^2}{t}\right)$$

$$x^2 = t z^2$$

$$2z \frac{\partial z}{\partial t} = -\frac{x^2}{t^2} = -\frac{z^2}{t}$$

$$x = t z$$

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{x}{t z} = \frac{z}{x} = \frac{1}{t z}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{d\theta}{dz} \frac{\partial z}{\partial t}$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} = -\frac{z}{t}$$

$$\frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{z}{x} + \frac{\partial z}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial x}$$

$$= -\frac{z}{t} \frac{d\theta}{dz}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{d\theta}{dz} \frac{\partial z}{\partial x}$$

$$z = \frac{x}{\sqrt{t}}$$

$$= -\frac{z}{t} \frac{d\theta}{dz}$$

$$= \frac{d\theta}{dz} \frac{1}{\sqrt{t}}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial x^2} = \frac{1}{\sqrt{t}} \frac{d}{dz} \left( \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)$$

$$= \frac{1}{t} \frac{d^2 \theta}{dz^2}$$

$$-\frac{z}{t} \frac{d\theta}{dz} = \frac{1}{t} \frac{d^2 \theta}{dz^2}$$

$$\frac{d^2 \theta}{dz^2} + z \frac{d\theta}{dz} = 0$$

$$z \frac{d\theta}{dz} = -z^2 + C$$

$$\frac{d\theta}{dz} = A e^{-z^2/2}$$

$$\theta = A \int e^{-z^2/2} dz =$$

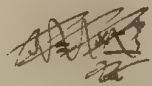
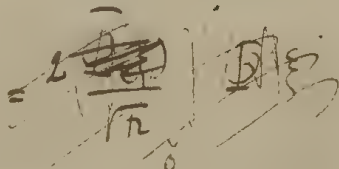
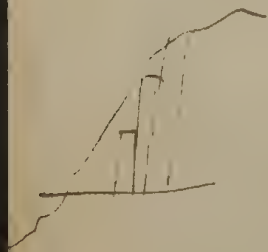


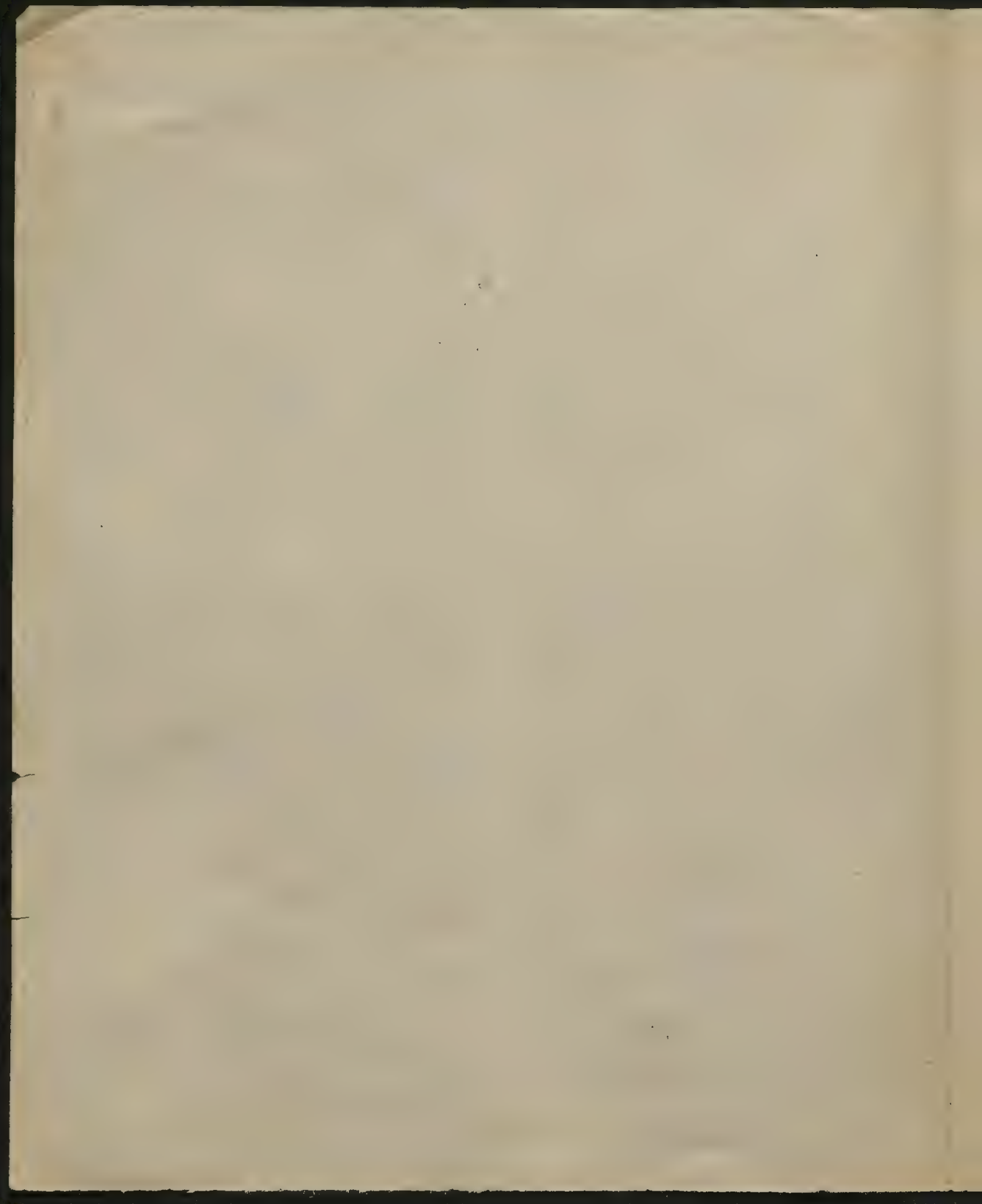
$$\theta = \frac{2c}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{t}}} e^{-\eta^2} d\eta = \frac{2c}{\sqrt{\pi}} e^{-\rho^2/4} \frac{x}{2\sqrt{t}}$$

$$\frac{x}{2\sqrt{t}}$$

$$= 2$$

$\rho = 0.008$   
 $z = 0.49$   
 $\rho = 2.6$   
 $\rho^2 = \frac{K}{\rho_c} = 0.018$







$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{a^2}{\rho c} \frac{\partial \theta}{\partial x} - \left( \frac{h}{\rho c} \frac{1}{S} \right) (\theta - \theta_0)$$

$$(\theta - \theta_0) = v e^{-\gamma^2 t}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} - \gamma v = a^2 \frac{\partial v}{\partial x} - \gamma v$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} \approx \theta = A e^{-\sqrt{\frac{h}{2} \frac{1}{S} x}} + B e^{\sqrt{\dots} x}$$

Dist  $\overline{b \ b \ b \ L}$

Ingenieur  $\theta = \frac{x}{x_1} = \sqrt{\frac{\mu}{\kappa}}$   
Work

Deutsche 1842 Lektur

Wiedemann Franz 1852 optische Lektur, unvollständig, 5 Proben

Hg	100	100
Cu	74	73
Ag	53	58
Zn	19	23 1/2
Fe	11.6	11
Pb	8.1	
As	1.8	1.9

Tok same Linie

Faktor beschreiben

Louis 1881  $\dots h v (1 + \gamma v^{1/4})$

$$\frac{1}{\sqrt{t}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{4a^2 t}}$$

$$u = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(x_0) e^{-\frac{(x-x_0)^2}{4a^2 t}} dx_0$$

$$d = x + 2ja\sqrt{t}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(x + 2ja\sqrt{t}) e^{-\beta^2 d} d$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}$$

$$\theta = \frac{x}{2a\sqrt{t}}$$

$$\frac{e^{-\frac{x^2}{4a^2 t}}}{\sqrt{t}}$$

$$-\frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{t}} + \frac{x^2}{4a^2 t^2 \sqrt{t}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{t}} e^{-\frac{x^2}{4a^2 t}}$$

$$-\frac{1}{\sqrt{t}} \frac{x^2}{2a^2 t} + \frac{x^2}{4a^2 t^2 \sqrt{t}}$$



$$-\frac{x}{2a\sqrt{t}}$$

$$-\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x}{2a\sqrt{t}}$$

$$= \frac{C}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\beta^2} d\beta$$

$$\theta = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-\beta^2} d\beta$$

$$\theta = \frac{2C}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2a\sqrt{t}}} e^{-\beta^2} d\beta$$

$$\frac{K}{\rho c} = 0.007$$

$$\rho = 2.86$$

$$c = 0.20$$

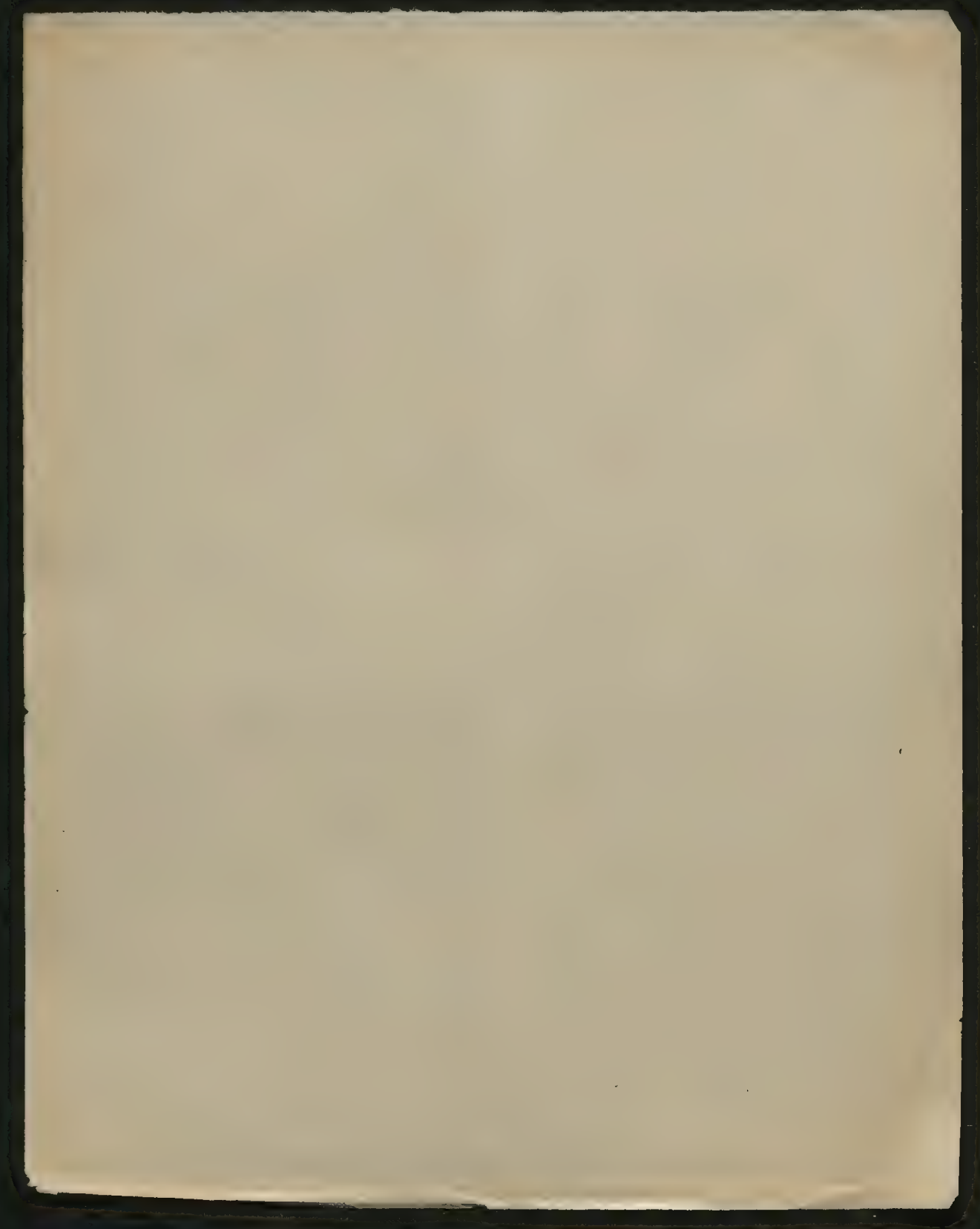
$$K = 0.00309$$

~~Temperature~~ 1882

August 2nd 1882

$$u = C e^{-x \sqrt{\frac{n}{2a^2}}} \sin\left(ut - x \sqrt{\frac{n}{2a^2}}\right)$$

$$e^{-\alpha^2 x^2} \sin \alpha x$$



$$J = k \frac{\partial n}{\partial x}$$

$$= \omega k \frac{\partial n}{\partial x}$$

$$= \frac{\omega k}{HT} F$$

$$F = \frac{\partial \pi}{\partial x}$$

$$\pi = n HT$$

$$= HT \frac{\partial n}{\partial x}$$

$$\mu = c \mu$$

$$\leftarrow -\frac{1}{2} \frac{\partial \mu}{\partial x}$$

$$= -\frac{1}{2} \frac{\partial \mu}{\partial x} \mu_0$$

$$J = -\frac{1}{2} \frac{\partial \mu}{\partial x} \mu_0$$

F is permeability 1 gauss/cm

$$J = k \frac{\partial n}{\partial x}$$

$$J = k \frac{\partial n}{\partial x}$$

$$J = \frac{\mu_0}{F}$$

$$F = \frac{\mu_0}{k}$$

with no 1st.

$$\frac{\mu_0}{\rho_0} = RT$$

$$\frac{\mu_0}{2.3} = \frac{10^6}{0.00029}$$

$$\mu_0 = 2.3 \cdot 10^6 = 18 \cdot 10^3 \text{ atm}$$

$$F = \frac{18 \cdot 10^3}{0.0000125} \text{ atm} = 1.8 \cdot 10^8 \text{ atm}$$

$$\text{Kals } \phi = 6 \pi \mu a u$$

$$\mu = 0.0178$$

$$F = 0.2 \pi \mu a$$

$$\frac{4 \pi a^3}{3 \pi} = 1$$

$$a = \frac{3 \pi}{4 a^3}$$

$$= \frac{9 \pi^2}{2 a^2} u = 1.8 \cdot 10^{14}$$

$$a = \frac{45 \cdot 0.0178}{1.8 \cdot 10^{14}}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 10^{-14} = \frac{1}{1.4} 10^{-7} \text{ cm}$$

$$n = \frac{3 \pi}{4} \frac{10^{21}}{\sqrt{8}}$$

$$F 10^{21}$$

$$3 \cdot 10^{19}$$



rozpraszanie światła w atmosferze

W kinetyce dyfuzji i osmozy

dyfuzja masowa

osmoza

elektroosmoza i elektrodyfuzja

osmoza i dyfuzja w ciele stałym!

prawo relaxacji

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{x}{T} \quad \text{Notanson}$$

rola barwników i przewodnictwa cieplnego, przewod. elektrolitycznego!

sta równowagi:  $\alpha P(1-x) = P_1(1+x) \beta$

$$\alpha (P-x)^2 = \beta x^2$$

$$\beta = \alpha \left( \frac{P-x}{x} \right)^2$$

$$\frac{dx}{(P-x)^2 - \left( \frac{P-x}{x} \right)^2} = \alpha dt = \frac{\frac{dx}{x^2}}{\left( \frac{P-x}{x} \right)^2 - \left( \frac{P-x}{x} \right)^2}$$

$$\frac{d \left( \frac{P-x}{x} \right)}{\left( \frac{P-x}{x} \right)^2 - \left( \frac{P-x}{x} \right)^2} = -P \alpha dt$$

$$\int \frac{dy}{y^2 - y_0^2} = - \frac{1}{2y_0} \ln \left| \frac{y-y_0}{y+y_0} \right| \quad \text{dla } y_0 \neq 0 \quad \frac{dy}{dt} = (y-y_0)(y+y_0)$$

$$\int \frac{d \left( \frac{y}{y_0} \right)}{\left( \frac{y}{y_0} \right)^2 - 1} = - \frac{1}{2} \ln \left| \frac{\frac{y}{y_0} - 1}{\frac{y}{y_0} + 1} \right| = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{y-y_0}{y+y_0} \right|$$

$$-\frac{1}{y+1} + \frac{1}{y-1}$$

Orthulol Saint Giles

13

CH <sub>3</sub> COOH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COO C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	ε No.	κκ.
1	1	0	0	0.665	0.667
1	2	0	0	0.828	0.845
1	4	0	0	0.902	0.930
2	1	0	0	0.858	0.845
1	1	1.6	0	0.521	0.492
1	1	0	3	0.407	0.409
1	1	0	23	0.116	0.131
1	2	0	98	0.073	0.073

1 7 1

t	x κκ.	κκ.
10 mm	0.087	0.054
19	0.121	0.098
41	0.200	0.190
64	0.250	0.262
103	0.345	0.365
137	0.421	0.429
167	0.474	0.472
190	0.496	0.499









Wzrost temperatury wody na temperaturę pow. ziemi umiarkowaną mały

Grenit  $\kappa = 0.0015$

Piaskowiec  $\kappa = 0.006$

Wapń  $\kappa = 0.005$

$$\frac{0.015}{3300}$$

$$: \frac{2}{60.4} = 5 \cdot 10^{-6} : \frac{1}{100}$$

$$= 5 \cdot 10^{-4} : 1$$

2 cal pr. na 1 cm<sup>2</sup> przegrzani na ziemi  $\frac{2 \frac{1}{2}}{4 \frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$

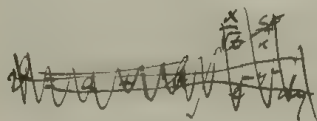
zatem wzrost ~~temperatury~~ przegrzani na ziemi do kamieńca

na rok  $\frac{2 \cdot 60 \cdot 24}{4} \cdot \frac{1}{356} = 720 \cdot 356 = 250000$  calor.

obnowienie 31 m lodu stopion.

lub 4 m wody wyparow.

lub 31 cm wody



Jaka temp. przegrzani 1 cm<sup>2</sup>  $\pm$  w obj. 5 m<sup>3</sup> ?

$$\frac{Q_{\text{cal pr.}}}{60} = 6 T^4$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{1}{6 \cdot 6}}$$

$$6 = 1.28 \cdot 10^{-12}$$

$$2.56 \cdot 10^{-11}$$

$$\sqrt[4]{\frac{1}{6 \cdot 6}} = \sqrt[4]{\frac{1}{36}} = \sqrt[4]{\frac{1}{2^2 \cdot 3^2}} = \frac{1}{2 \cdot 3} = \frac{1}{6}$$

$$1.4082 - 12$$

$$0.35205 - 3$$

$$2.6480$$

$$= 4.47 \cdot 10^{-19} \quad \frac{2.56}{1.71} = 1.52$$

Obraz coś jak 2 przegrzani wnętrza

$$T = \sqrt[4]{\frac{1}{20.8}}$$

$$0.4082 - 11$$

$$0.0103 - 12$$

$$0.5025 - 3$$

$$2.4975$$

$$= 3.8 \cdot 10^{-12} \quad \frac{2.56}{4.2} = 0.61$$

$$\frac{3.8}{2.7} = 1.41$$

perna wsi bezprzewodna woda, zatem stracono (alud)

i drugiej strony wzrost atmosfery, ~~zatem~~ jak ogrzewa

opis tej atmosfery wybranych temp. skutek podów (wstrząs) / najdłuższy przy braku wstrząs!

i takie są ~~skutek~~ uwarunkowane skutki ciepła dla węgla

1 kg na 1 cm<sup>2</sup> reprezentacji pojemności ciepła 237

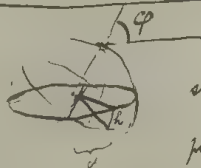
zatem przy zapalnej niebezpieczności stawa, tylko stracie  $\frac{2}{4} \frac{\text{cal}}{\text{min}}$  potrzeba

4 74 minut = 8 godzin na 1°

~~Skuteczność na~~

Wzrost i wnikanie

a bieżąca



$$\sin h = \sin \delta \sin \epsilon = \cos \phi \sin \epsilon$$

$$\text{prędkość nachylenia} = \int_0^\pi \frac{\cos \phi \, d\alpha}{\pi \, d\alpha} = \frac{2 \sin \epsilon}{\pi}$$

ale z drugiej strony mi zatem podawaliśmy

$$(\cos \phi) = \frac{\sin \epsilon}{\pi}$$

$$\epsilon = 23.3$$

$$\begin{array}{r} 0.60070 - 1 \\ - 0.49712 \\ \hline 0.1036 - 1 = \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 1.4771 \\ \hline 0.6265 - 3 \\ - 0.1072 - 12 \\ \hline \end{array}$$

$$9.5193$$

$$\begin{array}{r} 798 \\ \hline 2.380 \end{array}$$

$$\text{zatem prędkość} = \frac{2}{60} = 0.127$$

$$240^\circ = \underline{\underline{-33^\circ}} \text{ prędkość temp.}$$

podawośmy dla wnikania przyspieszenie

$$\frac{2}{60} \cdot \frac{2\pi}{2.22} = \frac{2}{60} \cdot \frac{1}{\pi}$$

$$\begin{array}{r} 0.49712 \\ 0.50288 - 1 \\ - (0.1036 - 1) \\ \hline 0.3993 \end{array} \quad ; 4 = 0.09986$$

$$\begin{array}{r} 2.380 \\ \hline 2.480 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3020 \\ 273 \\ \hline 4250 \end{array}$$

prędkość temp.

Masa morsk: 73% površinski globinski precepuje 3440 m  
 $= 1285 \cdot 10^6 \text{ (km)}^3$

odnosa se v precepuje 52.000 let

rovnini:  ~~$1285 \cdot 10^6 \text{ (km)}^3$~~   $\frac{344000}{73 \cdot 52000} \text{ m} = \frac{1}{10} \text{ m} = 100 \text{ cm}$  desam rovin

ko predstavlja  $100 \cdot 600 = 6 \cdot 10^4$  celgramov

podno je 1 cm strazunje  $\frac{3300 \cdot 80}{264000} = 26 \cdot 10^4$  calpa. vije puzbe  $\frac{1}{4}$  apra azb  
 r dsi na uppenware endy

Rone mentore: 22 % (duis Or)

Jasio Urmia 22 %

Rosette x Karsten: do's.

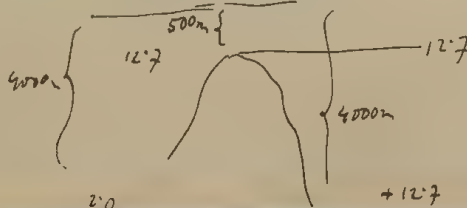
Soli	0°	1°	2°	3°	4°
Kakapstori: 4°	+1.6	-0.8°	-3.5°	-6.1°	
punkt kuzp	-0.7	-1.4	-2.1	-2.6°	

↑  
 Jili se vjime li morki puvore usni topmijem stome sh deli pio  
 Waller's uocumia) na -

Juona alpejske temp dno 4°

mora ~~at~~. dno 2-10 0° -1- -2°

mora i vodiacum: uocumia d'bratton  
 24°





102

-30°	7.8
-20°	42.4
-10°	79.7
0°	128.4
10°	198.0
20°	296.5
30°	432.8

$$N.p. 0^\circ: \frac{128}{760} = \frac{1}{6}$$

$$90. \frac{76}{29} \cdot \frac{\frac{1}{6}}{\frac{5}{6} = \frac{1}{5}} > 0.2375 \cdot 15$$

$$45 > 3.6$$

---


$$-10^\circ: \frac{80}{760} = \frac{1}{9.5}$$

$$90. \frac{76}{29} \cdot \frac{\frac{1}{9.5}}{\frac{1}{9}} > 0.2375 \cdot 25$$

$$26 > 6$$

---


$$-20^\circ: \frac{42}{700} = \frac{1}{18}$$

$$90. \frac{76}{29} \cdot \frac{1}{18.2} > 0.2375 \cdot 25$$

$$13 > 7.2$$

$$\frac{712.5}{72}$$

---

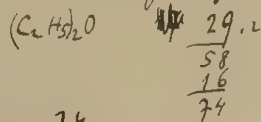

$$-30^\circ: \frac{2.8}{700} = \frac{1}{100}$$

$$90. \frac{76}{29} \cdot \frac{1}{100} > 0.2375 \cdot 45$$

$$2.3 < 10$$

zatem tym, który ma większą wagę  $CS_2$  będzie - 22°

czy eter krystalizuje z  $CS_2$ ?



$$94. \frac{74}{29}$$

eter: -30°	32.6
-20°	61.8
-10°	109.4
0°	186.9
10°	290
20°	441

porównaj ze wykres dla eteru

eter propanowy



pry 0°:

$$\text{eter } z = 94 - \cancel{0.079} t - 0.108 t$$

$$CS_2 \quad 90 \quad - 0.0653 t$$

Želite na prenosu povestne brskani, jtk delata morata doprasedu  
oklodanie?

dytati ktig prujini 1 pr povest + CS<sub>2</sub> wagen

1 pr povestna wujini

$$p_1: p = \frac{1}{0.0019} V$$

$$p_1 V = p \cdot \frac{(1+t)}{0.0019}$$

$$p V = (p_1 + p_2) V$$

$$= p_1 \frac{1+t}{0.0019} + p_2 V$$

$$V = \frac{1+t}{0.0019} \frac{1}{1 - \frac{p_2}{p}}$$

~~12~~ iloti CS<sub>2</sub>:  $\frac{V p_2}{p} \cdot \frac{0.0019}{1+t}$

$$\frac{12}{70} V_{p_{CS_2}} = \frac{V p_2}{p_2 \theta} = \frac{1+t}{0.0019} \frac{p_2}{1 - \frac{p_2}{p}} \frac{1}{R_2 \theta}$$

$$\theta R_2 = \frac{28.9}{76} R_1 \theta = \frac{28.9}{76} \cdot \frac{1}{0.0019} \frac{\theta}{\theta}$$

$$m = V_{p_{CS_2}} = \frac{1+t}{0.0019} \frac{p_2}{1 - \frac{p_2}{p}} \frac{76}{28.9} \frac{0.0019}{p} \frac{\theta}{\theta} = \frac{\frac{p_2}{p}}{1 - \frac{p_2}{p}} \frac{76}{28.9}$$

iglo porovana musi wupiti na wosthne povestne, staly bchiti ta misunieny

$$m \Delta = c_p (t - t_0) \quad \text{Prujinunye } c_p = 0.2375$$

zanitbyje

$$90 \cdot \frac{76}{28.9} \frac{\frac{p_2}{p}}{1 - \frac{p_2}{p}} = 0.2375 (t - t_0) \quad \text{up } t_0 = 150$$

Treba pomakod opredelnie p<sub>2</sub>: n.p.

$$dU = dU + \cancel{\frac{\mu}{4\pi}} \frac{dR}{R^2}$$

$$\frac{1}{4\pi} \mu R^2$$

$$H = H dT + N dR$$

$$\mu = \mu_0 (1 - \alpha t)$$

$$M = \frac{\partial U}{\partial T} = - \frac{\mu}{4\pi} \frac{\partial R}{\partial T}$$

$$N = \frac{\partial U}{\partial R} + \mu \frac{R}{4\pi}$$

$$-\frac{\partial S}{\partial P} = - \frac{R}{4\pi} \frac{\partial \mu}{\partial T} = \frac{N}{T}$$

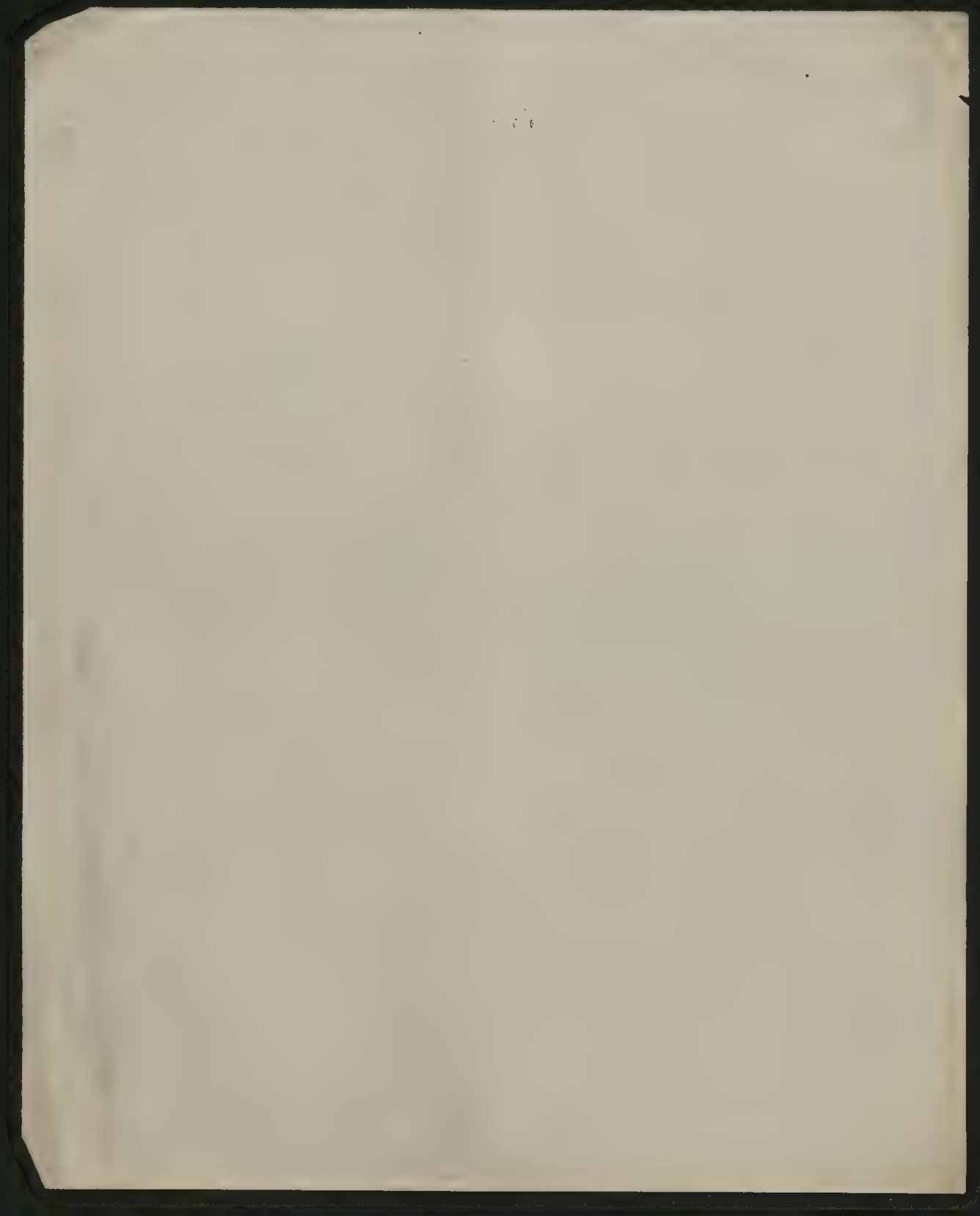
$$N = \frac{T R}{4\pi} \frac{\partial \mu}{\partial T} = T R \frac{\partial \kappa}{\partial T} V$$

$$\Delta T =$$

just:  $\frac{\mu}{R}$  constant & temp. to.  $\mu$  varies with  $R$

Mksh.	-120	K = 54.6
	-81	44.3
	-40	35.3
	0	28.4
	+ 20	25.8

$$\frac{4100 \cdot 0.3 \cdot 1000 \cdot \cancel{10^7}}{12 \cdot 0.1 \cdot 4.2 \cdot 10^7}$$



$$\delta \psi = \frac{dU}{dt} + A P dx$$

$$x = x_0 \left[ 1 + \alpha (\theta - \theta_0) + \frac{P}{\rho E_0 (1 + \beta (\theta - \theta_0))} \right]$$

$$= \frac{dU}{dt} + N dP$$

$$M = T \frac{\partial \psi}{\partial P} = \frac{\partial U}{\partial T} + A P \frac{\partial x}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial T} + A$$

$$N = T \frac{\partial \psi}{\partial P} = \frac{\partial U}{\partial P} + A P \frac{\partial x}{\partial P}$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} - \frac{\partial N}{\partial T} = - \frac{\partial S}{\partial P} = + \frac{\partial x}{\partial T}$$

$$- \frac{\partial S}{\partial P} = A \frac{\partial x}{\partial T} + A P \frac{\partial^2 x}{\partial T \partial P} = \frac{A P}{T} \frac{\partial x}{\partial P} + \frac{\partial U}{\partial P}$$

$$dT = - \frac{N}{M} dP$$

$$N = - T A \frac{\partial x}{\partial T} = - A T \left\{ \alpha + \frac{P \beta}{\rho E_0} \right\}$$

$$AT = \frac{N dP}{M_0} = - \frac{AT P}{c_0} \left\{ \alpha + \frac{P \beta}{\rho E_0} \right\}$$

$$x_0 = \frac{L}{6}$$

$$\alpha_{Fe} = 0.04 \cdot 12$$

$$E = 18000 \frac{kg}{mm^2}$$

	E	T	
Pisanti	21483	8108	} \beta = 1.10^{-4}
1600	21212	7934	

erhöht sich je mehr E ansteigt  
je mehr E ansteigt

$$T = \frac{E}{2 \times 10^4}$$

Oblique deligere pordum nunc pordum - exponit o stacis jib pordum  
transgessio pordum pordum pordum -



$$\rho L \frac{d^2 x}{dt^2} = -2\rho g x + p_a - p_b$$

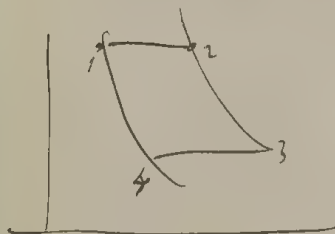
$$(l+x)^k p_a = (l-x)^k p_b = p_0 l^k$$

$$l^k \left[ 1 + k \frac{x}{l} \right] p_a = p_0 l^k$$

$$p_a = p_0 \left( 1 - \frac{kx}{l} \right)$$

$$p_b = p_0 \left( 1 + \frac{kx}{l} \right)$$

Müller 1883



$$p_1 = p_2$$

$$p_3 = p_4$$

$$p_2 v_2^k = p_3 v_3^k$$

$$p_4 v_4^k = p_3 v_3^k$$

$$\left( \frac{v_2}{v_4} \right)^k = \left( \frac{v_3}{v_1} \right)^k$$

$$\frac{v_2}{v_4} = \frac{v_3}{v_1}$$

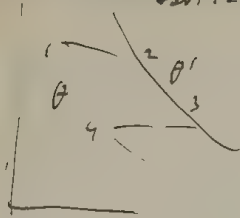
$$\rho L \frac{d^2 x}{dt^2} = -2\rho g x - \frac{p_0}{l} k x$$

$$p_0 = \rho g h$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{2\rho}}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{2\rho \left( 1 + \frac{k h}{l} \right)}}$$

Teil 1 - Teil 2



$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$\mu_3 = \mu_4$$

$$\frac{v}{v_2} = \frac{H}{\theta'} = \frac{v_3}{v_2}$$

$$\mu_1 v_1 = \mu_4 v_4$$

$$\int \mu dv = R\theta \int \frac{dv}{v} = R\theta \ln v$$

$$= R\theta v_0 \ln \frac{v_3}{v_2}$$

$$\mu = \frac{RT}{v}$$

$$d\phi = c_v dT + \left( \frac{RT}{v} \right) \frac{dv}{v}$$

$$\int A_\mu dv =$$

$$\frac{R(\theta' - \theta) \ln \frac{v_3}{v_2}}{R\theta' \ln \frac{v_3}{v_2}} = \frac{\theta' - \theta}{\theta'} !!$$

$$\mu_2 v_2 \ln \frac{v_3}{v_2} + \mu_1 (v_2 - v_1)$$

$$- \{ \mu_4 v_4 \ln \frac{v_3}{v_2} + \mu_4 (v_3 - v_4) \}$$

$$= \mu_1 (v_2 - v_1) - \mu_4 (v_3 - v_4)$$

$$= \mu_1 v_1 \left( \frac{\theta'}{\theta} - 1 \right) - \mu_4 v_4 \left( \frac{\theta'}{\theta} - 1 \right)$$

$$+ R(\theta' - \theta) \ln \frac{v_3}{v_2}$$

$$= R\theta' \ln \frac{v_3}{v_2} - R\theta \ln \frac{v_3}{v_2}$$

$$= R(\theta' - \theta) \ln \frac{v_3}{v_2}$$

$$\theta' = \theta$$

$$p dv = \mu dv$$

$$\mu = \frac{p v_0 k}{v^k}$$

$$p v_0 k \int \frac{dv}{v^k} = p v_0 k \int \frac{dv}{v^k}$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} = \rho g$$

$$v dp = \rho dz$$

$$k p v_0 k \int \frac{dv}{v^k} = \rho dz$$

$$d(p v_0^k) = 0$$

$$\frac{d(p v_0^k)}{p v_0^k} = 0$$

$$k = \frac{p v_0^k}{p v_0^k}$$

$$\alpha_k = - \frac{p v_0^k}{p v_0^k} \ln \frac{dv}{v}$$

~~Gravitace~~

$$\vec{F} = g \frac{a^2}{r^2}$$

$$\int_a^\infty \vec{F} dr = g \frac{a^2}{r} = g a = m \frac{v^2}{2} \quad \text{2 typy pro dtkoví:} \quad v = \sqrt{2ga}$$

$= 11 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$

$$a = 6.4 \cdot 10^8 \text{ cm}$$

$$g = 980$$

$$g \frac{a^2}{r} = \frac{6.4 \cdot 10^8}{4.2 \cdot 10^7} = 15 \cdot 10^4 \text{ cal.}$$

Nettony

He Heica:  $v = \sqrt{2g a}$

$$Q = \frac{g A}{J} =$$

$$g: g = \frac{4\pi}{3} \frac{A^3}{A^2 \rho_1} \cdot \frac{4\pi}{3} \frac{a^2}{\rho_2} = \frac{A}{a} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} = 112 \cdot \frac{1.4}{56} = 28$$

$$28 \cdot 112 \cdot 15 \cdot 10^4 = 45 \cdot 10^6 \text{ cal.}$$

$$\text{He Heica} = \frac{2.5 \text{ cal.}}{\text{min}} = \frac{2.5}{60} \frac{\text{cal.}}{\text{sek}}$$

$$\text{vstup } Q - Q : 150 \cdot 10^6 \text{ km} = 1.5 \cdot 10^{13}$$

$$42 \cdot 15^2 \cdot 10^{26} \cdot \frac{2.5}{60} = \frac{2.5}{60} \cdot 3.14 \cdot 2.25 \cdot 2.5 \cdot 10^{25} = 1.2 \cdot 10^{26}$$

work:  $3.6 \cdot 10^{33}$

$$\text{Rosa Heica} \quad 200 \cdot 10^{25} \cdot 10^6 g = 2 \cdot 10^{33} g$$

$$\text{zatem pro } 1g : 1.8 \frac{\text{cal.}}{\text{sek}}$$

8000

naplní potrubí tyko na 4000 ct

$$\text{Neyu: } \frac{3.6 \cdot 10^{33}}{4.5 \cdot 10^7} = 0.8 \cdot 10^{26}$$

= roční praprot mory

$$\frac{0.8 \cdot 10^{26}}{2 \cdot 10^{23}} = 0.4 \cdot 10^{-7}$$

pramě naplní na  $10^7$  let

$$\frac{1}{2} \sum k \frac{m}{r} = \frac{1}{2} \int k m \frac{r}{2}$$



pot. punkt rovných kruhů

$$g a - \int_a^r \frac{g r}{a} dr = g a - g \frac{a^2 - r^2}{2a}$$

$$= \frac{g a}{2} \left( 1 + \frac{r^2}{a^2} \right)$$

$$\frac{g a}{2} \int_0^a \left( 1 + \frac{r^2}{a^2} \right) \frac{4 \pi}{a} r^2 dr = \frac{g a}{2} \frac{2 \pi}{a} \left( \frac{a^3}{3} + \frac{a^5}{5 a^2} \right) = \frac{16 \pi}{15} g a^4 = \frac{16 \pi a^4}{15} \frac{4}{3} \pi k a$$

$$= -\frac{3}{5} \frac{k M^2}{R}$$

$$= \frac{3}{5} \frac{g M R}{\gamma}$$

$$\frac{29 \cdot 10^6}{1.8} \text{ pro } 1g.$$

$$1.5 \cdot 10^7 \text{ let!}$$

$$\frac{m}{2} v^2 = c g r \theta$$

$$v = 600 \frac{m}{s} = 6 \cdot 10^4$$

$$\frac{36 \cdot 10^8}{2.4 \cdot 10^7} = \frac{360}{84} = 4.4 \text{ cel}$$

$$P_6 = 0.032$$

$$\theta = 1000^\circ$$

$$+ \text{tep} = 32.80$$

$$L_{\text{tep}} = 5.6$$

Struktura prismatická 1) dutý rezervoár tak je celá uvnitř nasytovaná stě

2) dutý rezervoár tak je zvnějšku nasytovaná; jak naplnit vysočina

$$\text{tedy } p = p_0$$

$$p_1 v_1^k = p_0 v_0^k = p_0 v^k$$

$$\text{Proč? } \int p dv = \frac{p_0 (1 - \frac{v}{v_0})}{k-1} = p_0 q$$

$$v = v_0 \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{1}{k}}$$

~~Wzrost~~ głębokość i wysokość  $\perp$  to na poziomie - 2930

107

Q!

Wzrosty węgla

Im więcej energii

~~co więcej energii do atmosfery~~

ilość  $O_2$ :  $\frac{1}{4}$  kg pro  $1cm^2$

potrzeba  $CO_2$

$\frac{12}{32}$

3:8

$\frac{3}{8} = \frac{1}{10}$  kg C pro  $1cm^2$

niezwykle ilość  $\nearrow$  około 70cm węgla

to nie więcej niż ~~to~~ energia słoneczna promieni i  
przez 2 lat!

Opady atmosfery.

100 cm rocznie

wysokość powierzchni wody 440 m

proca

~~44000 000 000~~  
44 kgm na rok = 100 calgr. na rok

podnoży ten  $\frac{8000.000}{10} = 8 \cdot 10^5$

węgiel 8000 lat dopiero - -

Największe źródło bezpośrednie promieniowania

na  $1m^2$ :  $100 \cdot \frac{2}{60} \cdot \frac{44000 \text{ calgr.}}{\text{sek}}$

$\frac{0.425}{75} = 0.006 \text{ HP}$

= 2 HP!

Me trudno sobie.



$$\frac{400 \cdot 60,000 \cdot 8000}{60 \cdot 60} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \cdot 1000 \text{ (cal/gr)} \cdot \frac{\text{hr}}{3600} \cdot 10$$

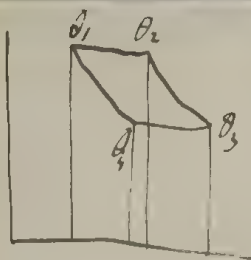
$$5.3 \cdot 10^{11} \text{ cal/yr.}$$

$$= 5.3 \cdot 10^{14} \text{ cal/gr.}$$

$$[1000 \text{ km}]^2 = (10^6 \text{ m})^2 = (10^8)^2 = 10^{16} \text{ cm}^2$$

$$\text{projectile no. } 1 \text{ cm}^2 = \frac{1}{20} \text{ cal/gr. per } 1^\circ$$

per sec                      w/ gramma's dia



- 1) изогр.
- 2) ~~изогр.~~ адроб.
- 3) изогр.
- 4) адроб.

$$\delta \varphi = C_f d\theta$$

$$C_f(\theta_2 - \theta_1)$$

$$\varphi = 0$$

$$P = C_f (\theta_2 - \theta_1 - \theta_3 + \theta_4)$$

~~$$P = C_f \theta^k = \text{const}$$~~

$$\left(\frac{P}{\theta}\right)^k = \text{const}$$

$$\frac{P^{k-1}}{\theta^k} = \text{const}$$

$$\frac{P_1^{\frac{k-1}{k}}}{\theta_1} = \frac{P_2^{\frac{k-1}{k}}}{\theta_2}$$

$$\frac{P_1^{\frac{k-1}{k}}}{\theta_1} = \frac{P_2^{\frac{k-1}{k}}}{\theta_2}$$

$$\theta_3 = \theta_2 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{\theta_3}{\theta_4}$$

$$\theta_4 = \theta_1 \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

$$P = C_f [\theta_2 - \theta_1] \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]$$

$$S_2' = C_f \lg \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

$$S_2' + S_3' = C_f \lg \frac{\theta_2 \theta_4}{\theta_1 \theta_3} = 0$$

$$S_3' = C_f \lg \frac{\theta_4}{\theta_3}$$

1) изогр.

2) изогр.

3) изогр.

4) изогр.

~~$$P = P_1 (\theta_2 - \theta_1) + k - P_2 (\theta_3 - \theta_4) + AR \lg \frac{v_3}{v_2} = AR \lg \frac{v_3}{v_2}$$~~

$$= 0$$

$$P_1 v_2 = P_2 v_3 = R \theta_1$$

$$P_1 v_1 = P_2 v_4 = R \theta_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{v_4}{v_1}$$

~~$$P = P_1 (\theta_2 - \theta_1) + P_2 (\theta_3 - \theta_4)$$~~

~~$$= P_1 (v_2 - v_1) - P_2 (v_3 - v_4)$$~~

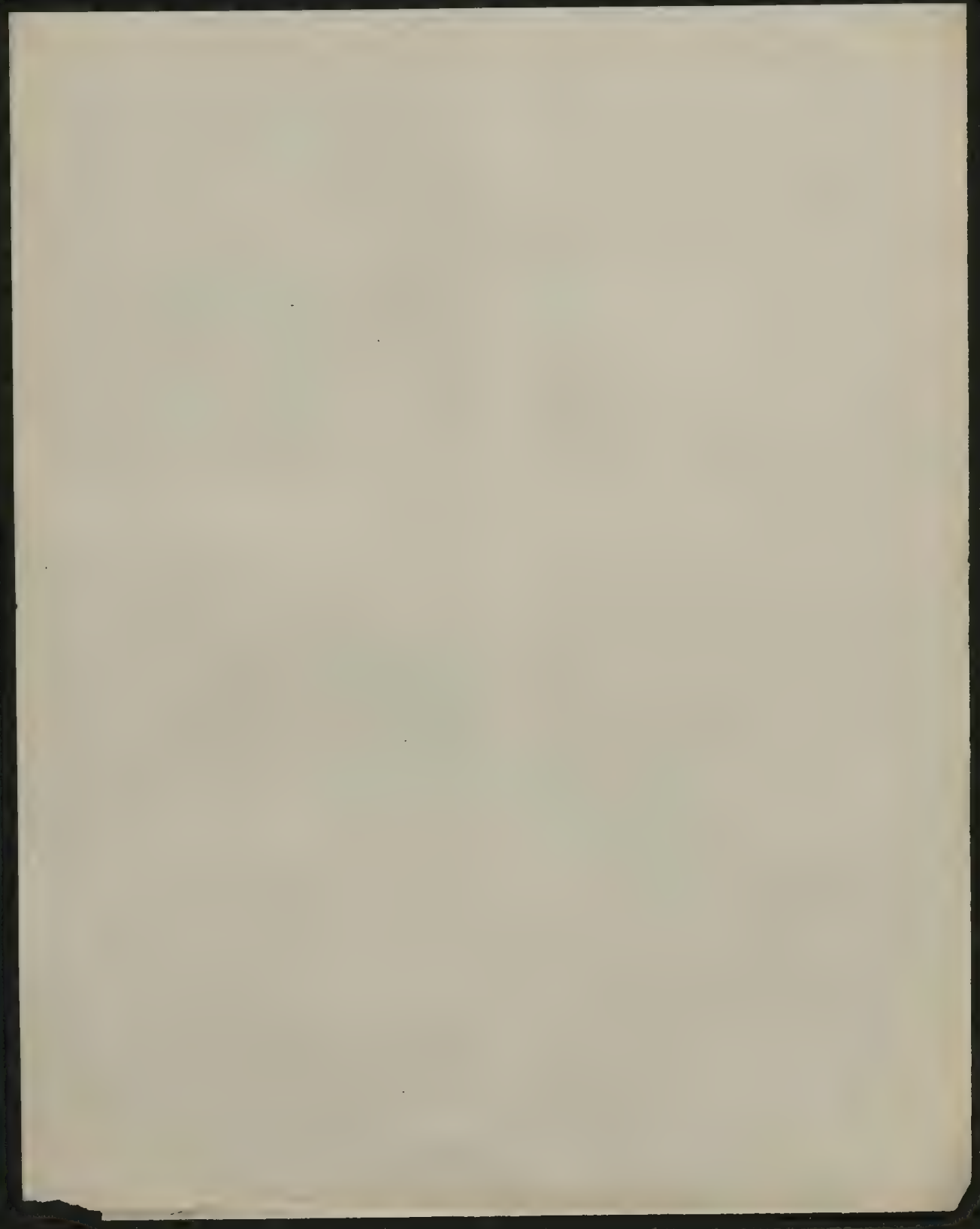
$$= AR(\theta_2 - \theta_1) \lg \frac{v_3}{v_2} = AR(\theta_2 - \theta_1) \lg \frac{P_1}{P_2}$$

$$S_1' = C_f \lg \frac{\theta_2}{\theta_1} + AR \lg \frac{v_3}{v_2}$$

$$S_2' = C_f \lg \frac{\theta_4}{\theta_3} + AR \lg \frac{v_4}{v_1}$$

$$C_f \lg \frac{\theta_4}{\theta_3} + AR \lg \frac{v_4}{v_1}$$

иго. догго. разго. протго.





$$\frac{dp}{dz} = -p_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{k}} g$$

$$p^{-\frac{1}{k}} dp =$$

$$\frac{p^{-\frac{1}{k}}}{1-\frac{1}{k}} = -\frac{p_0}{p_0^{1/k}} g z + \text{const}$$

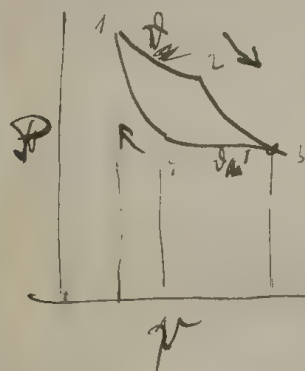
$$p_0^{1-\frac{1}{k}} =$$

$$p^{\frac{k-1}{k}} - p_0^{\frac{k-1}{k}} = -\frac{k-1}{k} \frac{p_0}{p_0^{1/k}} g z$$

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{1-\frac{1}{k}} - 1 = -\frac{k-1}{k} \frac{p_0}{p_0^{1/k}} g z$$

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 1 - \frac{k-1}{k} \frac{p_0}{p_0^{1/k}} g z$$

$$= \frac{p}{p_0} = 1 - \frac{k-1}{k} \frac{p_0}{p_0^{1/k}} g z$$



$$1) \quad p_1 v_1 = p_2 v_2$$

$$v_1 \dots v_2$$

$$2) \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{k-1}$$

$$3) \quad v_3 \dots v_4$$

$$4) \quad \left(\frac{v_4}{v_1}\right)^{k-1} = \frac{p_1}{p_4}$$

$$\text{result: } \frac{v_2}{v_3} = \frac{v_4}{v_1}$$

$$\varphi = R \theta \ln \frac{v_2}{v_1} = -R \theta \ln \left(\frac{v_1}{v_2}\right)$$

$$\varphi' = R \theta' \ln \frac{v_2}{v_3} = R \theta' \ln \frac{v_1}{v_2} = -R \theta' \ln \frac{v_2}{v_1}$$

$$\varphi' + \varphi = R \ln \frac{v_1}{v_2} (\theta + \theta')$$



Inductance unknown  $\frac{10^7 \text{ erg} = \text{Joule}}{1} = 1 \text{ calamin}$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{10^7 \text{ erg}}{10^7 \text{ calamin}} = \frac{1 \text{ calamin}}{1 \text{ calamin}} = 1 \text{ calamin}$$

$$I). \delta\varphi = c_v d\theta + N dv = dU + A_p dv = \frac{\partial U}{\partial \theta} d\theta + \left(\frac{\partial U}{\partial v} + A_p\right) dv = T \frac{\partial S}{\partial \theta} d\theta$$

$$c_v = \frac{\partial U}{\partial \theta} = \theta \frac{\partial S}{\partial \theta}$$

$$N = \frac{\partial U}{\partial v} + A_p = \theta \frac{\partial S}{\partial v}$$

$$\frac{\partial U}{\partial \theta} = \theta \frac{\partial S}{\partial \theta}$$

$$= -A_p \frac{\partial S}{\partial \theta} + \theta \frac{\partial S}{\partial v} + \frac{\partial S}{\partial v}$$

$$\frac{\partial S}{\partial v} = A \frac{\partial T}{\partial \theta}$$

$$N = A \theta \frac{\partial T}{\partial \theta}$$

$$\left(\frac{\partial c_v}{\partial v}\right) = \theta A \frac{\partial T}{\partial \theta}$$

SE

$$\delta\varphi = c_v d\theta + A \theta \frac{\partial T}{\partial \theta} dv$$

$$= \theta A \theta \frac{\partial T}{\partial \theta}$$

Adiabatic expansion

$$\Delta\theta = -\Delta v \cdot \frac{A \theta \alpha}{c_v \kappa}$$

$$\text{then } \alpha = 0.0015$$

$$\kappa = 0.00011 \cdot 10^6$$

$$p = 0.736$$

$$c_p = 0.53 \text{ calamin}$$

$$\Delta v = 10^{-3}$$

$$\Delta\theta = \frac{273 \cdot 0.0015 \cdot 10^3}{0.36 \cdot 0.736 \cdot 10^{-10} \cdot 10^7} = 0.5^\circ$$

Adiabatic expansion

$$II). \delta\varphi = C_p d\theta + M dp = \left(\frac{\partial U}{\partial \theta} + A_p \frac{\partial v}{\partial \theta}\right) d\theta + \left(\frac{\partial U}{\partial p} + A_p \frac{\partial v}{\partial p}\right) dp = \theta \left[\frac{\partial S}{\partial \theta} d\theta + \frac{\partial S}{\partial p} dp\right]$$

$$C_p = \left(\frac{\partial U}{\partial \theta}\right)_p + A_p \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p = \theta \frac{\partial S}{\partial \theta}$$

$$\frac{\partial U}{\partial \theta} + A \frac{\partial v}{\partial \theta} + A_p \frac{\partial v}{\partial \theta} = \theta \frac{\partial S}{\partial \theta}$$

$$M = \left(\frac{\partial U}{\partial p}\right)_\theta + A_p \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\theta = \theta \frac{\partial S}{\partial p}$$

$$\frac{\partial U}{\partial p} + A \frac{\partial v}{\partial p} + A_p \frac{\partial v}{\partial p} = \frac{\partial S}{\partial p} + \theta \frac{\partial S}{\partial p}$$

$$M = -A \theta \frac{\partial v}{\partial \theta}$$

$$A \frac{\partial v}{\partial \theta} = \frac{\partial S}{\partial p}$$

$$\delta\varphi = C_p d\theta - A \theta \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p dp$$

$$\left(\frac{\partial C_p}{\partial p}\right) = -A \theta \left(\frac{\partial v}{\partial \theta}\right)_p$$

$$\delta p = C_f \frac{d\theta}{dt} + A \theta \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} \right)_r d\theta$$

$$\frac{d\theta}{dt} \text{ to be zero } dv = 0$$

$$dv = \frac{\partial v}{\partial \theta} d\theta + \frac{\partial v}{\partial r} dr$$

$$dr =$$

$$= C_f d\theta + A \theta \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} \right)_r \frac{\partial v}{\partial r} d\theta = C_v d\theta$$

$$C_f - C_v = -A \theta \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} \right)_r \frac{\left( \frac{\partial v}{\partial \theta} \right)_r}{\left( \frac{\partial v}{\partial r} \right)_r} = +A \theta \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} \right)_r \left( \frac{\partial r}{\partial \theta} \right)_r$$

$$= +A \theta \frac{\alpha^2}{K \rho}$$

$$k = 1 + \frac{A \alpha^2}{K \rho C_v}$$

26	-211°	5.63	(Nimit)
	-180	5.76	,
180 - 186	-(+180)	6.13	Ordn
180 - 100°		6.41	Agnes
160 - 296°		6.61	,

Ag	-269°	5.72	N
	-187°	4.40	,
	-73°	5.73	
	-79° - (+180°)	5.87	Ordn
	+15° - 100°	6.08	
	+17° - 507°	6.26	Agnes
	17° - 614°	6.64	

$$R_f : \alpha = \frac{1}{5500}$$

$$I = 0.000004 \cdot 10^6$$

$$P = 13.6$$

$$C_f = 0.0332$$

$$\left(\frac{1}{5500}\right)^2 \frac{273}{4.2 \cdot 10^9 \cdot 13.6 \cdot 0.0332 \cdot 4 \cdot 10^{-12}}$$

$$= \frac{2.73}{4.2 \cdot 13.6 \cdot 10^{-5} \cdot 500 \cdot 600}$$

$$= \frac{2.73}{4.2 \cdot (1.35)^2 \cdot 3} = \frac{2.73}{4.2 \cdot 4.5 \cdot 3}$$

$$= \frac{1}{8}$$

\_\_\_\_\_ Small change:

$$x - x_0 = \kappa_0 \alpha (\theta - \theta_0) + \frac{P \kappa_0}{E_g}$$

$$\Delta T = - \frac{AT \alpha P}{c \delta}$$

$$\parallel \kappa_0 \left( \frac{\alpha^2 AT}{c \delta} + \frac{1}{E_g} \right) P$$

$$= \kappa_0 \frac{P}{E_g} \left[ 1 - \frac{\alpha^2 AT E_g}{c \delta \rho} \right]$$

$$\delta \psi = C_f - AT \frac{\partial \psi}{\partial T} \frac{dT}{dT}$$

$$dU = (C_p - A_p \frac{\partial v}{\partial T}) dT - A (T \frac{\partial v}{\partial T} + T \frac{\partial v}{\partial p}) dp$$

Gibbs' relation

$$U = \int C_p dT - A \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right) (T dT + T dp) - A \int p \frac{\partial v}{\partial p} dp$$

\$v = \frac{RT}{p}\$

Stacy's eq

$$v = v_0 [1 + \alpha (T - T_0)]^{\frac{1}{\beta}} - \beta p = 0$$

$$dS = C_p \frac{dT}{T} - A \frac{\partial v}{\partial T} dp$$

$$\frac{\partial}{\partial p} (C_p) = -AT \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} =$$

$$S = C_p \ln T - A_p v \alpha$$

$$= C_p \ln T - A \frac{p \alpha}{\rho} = \text{const}$$

Adiabatic:  $T = T_0 e^{\frac{A p \alpha}{\rho C_p}}$

~~dp~~  $p = \rho g z$   $\rightarrow$  hydrostatic pressure

$$T = T_0 e^{\frac{A g z \alpha}{C_p}}$$

Atm.  $H_2O$   $\frac{18}{18}$   
 $\alpha = 0.00025$   
 $z = 8000.00$   
 $\rho = 980$

$$T = T_0 e^{\frac{8.025 \cdot 10^5}{4.2 \cdot 10^3}} =$$

$$= T_0 (1 + 0.005) = \frac{308}{1.5}$$

only!

~~AT = ...~~  $\frac{A p \alpha}{\rho C_p}$   $\rightarrow$  isok  $v, p$

Adiabatic any level

$$v_0 = v_0 (1 + \alpha T_0 (1 - e^{\frac{A p \alpha}{\rho C_p}}) - \beta p) = v_0 (1 + \frac{T_0 A p}{\rho C_p} - \beta p)$$

for small  $\beta$   $\rightarrow$   $\rho (1 + \frac{\alpha^2 T A}{\rho C_p})$   $\rightarrow$   $\rho$

admitted any water  
 temp. in mass?  
 min.  
 temp. only water

$$C_p - C_v = AT \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v$$

$$\left( \mu + \frac{a}{v} \right) (v - b) = RT$$

$$\left( \frac{\partial p}{\partial v} \right)_v (v - b) = R$$

$$\left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v = 0$$

$$C_v = \text{const!}$$

$$\frac{\partial}{\partial v} (C_p) = AT \frac{\partial^2 p}{\partial T^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial T} (C_p) = -AT \frac{\partial^2 p}{\partial T^2}$$

~~$$\frac{\partial}{\partial v} (C_p) = AT \frac{\partial^2 p}{\partial T^2}$$~~

$$\mu v + \frac{a}{v} - \mu b - \frac{ab}{v} = RT$$

$$\mu \frac{\partial v}{\partial T} - \frac{a}{v^2} \frac{\partial v}{\partial T} + \frac{2ab}{v^3} \frac{\partial v}{\partial T} = R$$

~~$$\frac{\partial}{\partial T} (C_p) = AT \frac{\partial^2 p}{\partial T^2}$$~~

$$\frac{\partial v}{\partial T} = \frac{R}{\mu - \frac{a}{v} + \frac{2ab}{v^3}}$$

$$\frac{AT R^2}{RT - \frac{2a}{v^3} (v - b)^2}$$

$$= \frac{AR^2}{1 - \frac{2a(v-b)^2}{v^3 RT}} = \frac{AR^2}{1 - \frac{2a RT}{\left( \mu + \frac{a}{v} \right)^2 v^3}}$$

$$\neq \frac{AR}{1 - \frac{2a}{\mu v^2}} = AR \left( 1 + \frac{2a}{\mu v^2} \right)$$

~~$$= \frac{AR}{1 - \frac{2a}{\mu v^2}}$$~~

$$= AR \left( 1 + \frac{2a}{RT v} \right)$$

~~$$\frac{0.00874 \cdot 10^6 \cdot (0.00875)^2}{(0.00875)^2 \cdot 10^6}$$~~

$$= AR (1 + 0.01778)$$

$$1.7\%$$



$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v-b) = RT$$

$$pv + \frac{a}{v} - pb - \frac{ab}{v} = RT$$

$$\frac{\partial(pv)}{\partial p} \approx v + p \frac{\partial v}{\partial p} \approx 0 \quad -\frac{a}{v^2} \frac{\partial p}{\partial p} - b + \frac{2ab}{v^2} \frac{\partial v}{\partial p} = 0$$

$$\frac{1}{v} \frac{\partial v}{\partial p} = -\frac{1}{p} \quad \frac{a}{pv} - b - \frac{2ab}{v^2 p} = 0$$

$$\frac{a}{pv} \left[1 - \frac{2b}{v}\right] = b$$

$$p = \frac{a}{bv} \left[1 - \frac{2b}{v}\right]$$

$$\frac{a}{b} \left[1 - \frac{2b}{v}\right] - \frac{a}{v} \left[1 - \frac{2b}{v}\right] + \frac{a}{v} - p \frac{ab}{v^2} = RT$$

$$\frac{a}{b} - \frac{2a}{v} - \frac{p}{v} + \frac{2ab}{v^2} + \frac{p}{v} - \frac{p}{v} = RT$$

$$\frac{1}{b} - \frac{2}{v} + \frac{b}{v^2} = \frac{RT}{a}$$

$$\left(1 - \frac{b}{v}\right)^2 = \frac{RTb}{a}$$

$$\frac{b}{v} = 1 - \sqrt{\frac{RTb}{a}}$$

CO<sub>2</sub> molar pv      p = 70 mm      t = 35.1°  
170 mm      t = 100°

$$a = 0.00874$$

$$b = 0.0023$$

Tolice skriptum

$$\begin{aligned} T &= \frac{N_T}{N_T} \frac{d\sigma}{d\sigma} + \frac{A_T}{A_T} \frac{d\sigma}{d\sigma} - c_v \frac{dT}{dT} \\ &= (N_T) d\sigma + A_T d\sigma - c_v dT \\ &= \left( \frac{N_T}{N_T} \frac{d\sigma}{d\sigma} + \frac{A_T}{A_T} \frac{d\sigma}{d\sigma} - \frac{c_v}{c_v} \frac{dT}{dT} \right) dT \\ &= \frac{dT}{dT} \end{aligned}$$

$$\frac{F}{\partial t_2} = -3.294 - 0.00737 (t_1 + t_2) - 0.00737$$

$$= -3.294 - 0.00737 t_1$$



$$2T = T$$

$$E = (t_1 - t_2) [\alpha - \rho(t_1 + t_2)]$$

$$= \rho(t_1 - t_2) [2T - t_1 - t_2]$$

$$= \rho(t_1 - t_2) [(T - t_1) + (T - t_2)]$$

$$= \rho[(T - t_1) - (T - t_2)] [- \dots + ]$$

$$= (\alpha - \rho t_1) t_1 + t_2 = \rho[(T - t_1)^2 - (T - t_2)^2]$$

$$0 = \frac{x_3 r_2}{T_2} - c \frac{r_1}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{T_1}$$

$$x_2 \left( p_2 b_2 - \frac{r_2}{A} \right) - \left( \frac{p_1}{T_1} - \frac{r_1}{A} \right) - \frac{c}{A} \left( \frac{r_1}{T_1} \right)$$

$$= p_2 (x_2 - x_3) b_2$$

$$- \left( p_2 b_2 - \frac{r_2}{A} \right) x_3 + \frac{c}{A} \left( \frac{r_1}{T_1} \right)$$

$$= \frac{r_1 r_2 (x_2 - x_3)}{A}$$

$$\frac{537. \frac{2}{4.2 \cdot 10^8}}{27.2} = \frac{24 \cdot 10^8}{27.2} = 980 \cdot 10^5 \cdot 24$$

if

50

0.00019

100

0.00050

(inter)

200

0.0013 mm

148

na 1m<sup>3</sup> :

~~46~~

+ 1m<sup>3</sup>

~~43.76 = 2~~

: 0.1 gr. only

na 1500 m = ~~16h~~

0.015 gr

=

0.15 mm

Corrected viscosity

$$\frac{4.23}{700} = 0.00604$$

$$31.08 = 4.1$$

Res. only is 1 gr. per unit. res.:

$$m_2 = \frac{p_2}{\rho} = \frac{\frac{p_2}{R_2 \theta}}{\frac{p_1}{R_1 \theta} + \frac{p_2}{R_2 \theta}} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{R_1}{R_2} \left[ \frac{1}{1 + \frac{p_2}{p_1} \frac{R_1}{R_2}} \right]$$

$$= \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{R_1}{R_2} \left[ \frac{1}{1 + \frac{p_2}{p_1} \frac{R_1}{R_2}} \right]$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{18}{31} = 0.6 -- \text{density } 0.622$$

just as before  $p_1$  is  $p_1$  or unit.

0°	4.6	0.0038
10°	9.1	0.0075
20°	17.4	---
30°	31.5	---

$$0.622 \cdot \frac{4.0}{755.4} = \frac{0.622 \cdot 4.0}{755.4} = \frac{2.488}{755.4} = 0.00329$$

$$\frac{0.622 \cdot 9.1}{750.9} = \frac{5.6602}{750.9} = 0.00754$$

$$\frac{0.622 \cdot 17.4}{750.9} = \frac{10.8228}{750.9} = 0.01441$$

$$\frac{0.622 \cdot 31.5}{750.9} = \frac{19.593}{750.9} = 0.02610$$

Res. only is 1 dm<sup>3</sup> per unit res.

$$m_2 = \frac{p_2}{\rho} = \frac{p_2}{R_2 \theta} = \frac{p_2}{R_2 \theta} \cdot p_1 = \frac{p_2}{R_2 \theta} \cdot p_1$$

$$= \frac{p_2}{R_2 \theta} \cdot p_1$$

0°	0.00419	} = x
10°	0.00914	
20°	0.01710	
30°	0.030	

$$\frac{0.00419}{0.00419} = 1.058 \cdot \frac{p_2}{\theta}$$

$$\frac{0.00914}{0.00914} = 1.058 \cdot \frac{p_2}{\theta}$$

$$\frac{0.01710}{0.01710} = 1.058 \cdot \frac{p_2}{\theta}$$

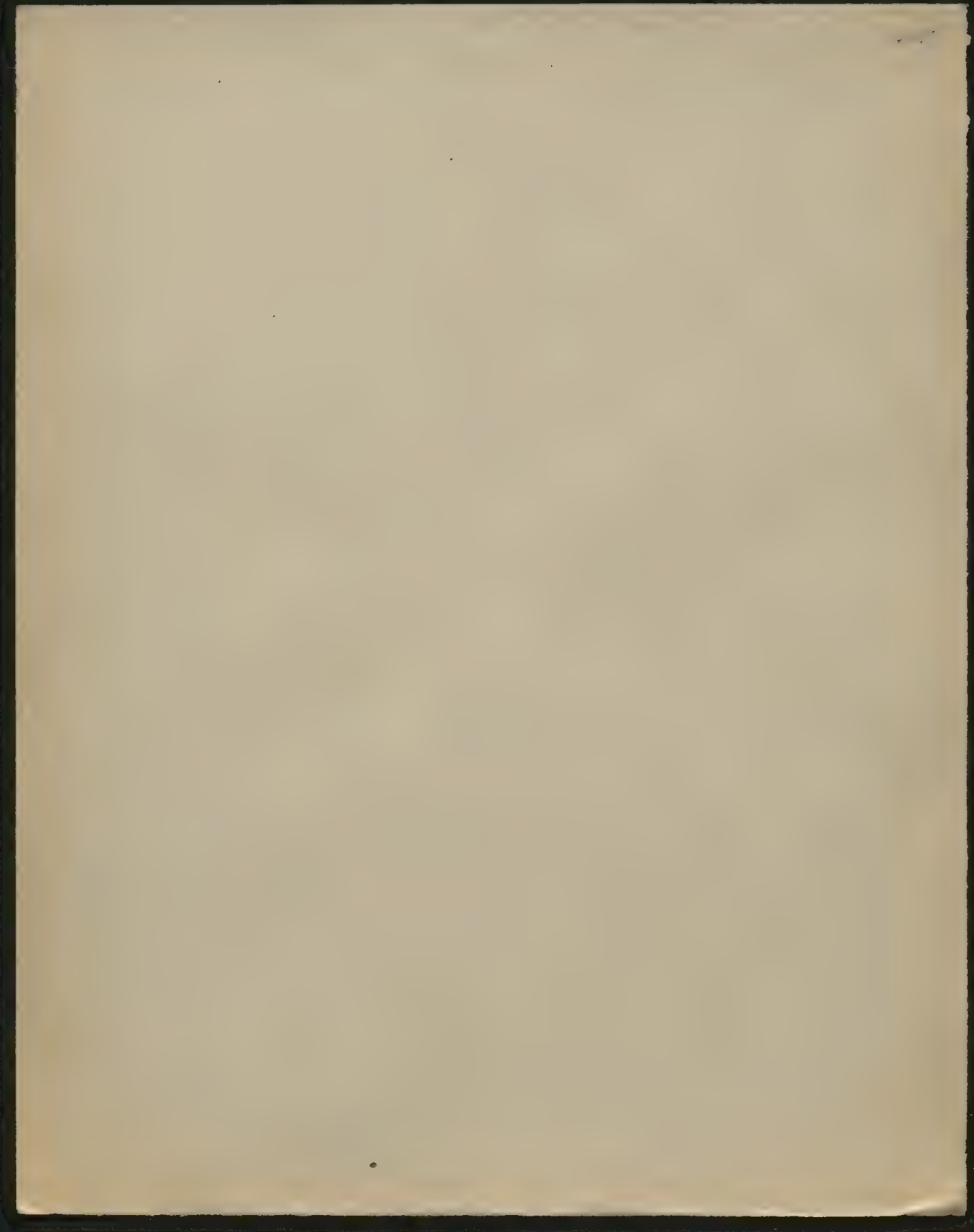
$$\frac{0.030}{0.030} = 1.058 \cdot \frac{p_2}{\theta}$$

$$\text{System constant: } m_1 + m_2 = \left( \frac{p_2}{R_2} + \frac{p_1}{R_1} \right) \frac{1}{\theta} = \left( \frac{p_1 - p_2}{R_1} + \frac{p_2}{R_2} \right) \frac{1}{\theta}$$

$$= \frac{p_1}{R_1 \theta} \left[ 1 + \frac{p_2}{p_1} \left( \frac{R_1}{R_2} - 1 \right) \right]$$

$$= \frac{p_1}{R_1 \theta} \left[ 1 - \frac{p_2}{p_1} \left( 1 - \frac{R_1}{R_2} \right) \right] = \frac{p_1}{R_1 \theta} \left[ 1 - 0.378 \cdot \frac{p_2}{p_1} \right]$$





$$C_2 - C_1 = \frac{dx}{dt} \cdot \frac{t}{\theta}$$

$$C_1 = C$$

$$\delta\varphi = C_1 d\theta - A\theta \frac{\partial v}{\partial \theta} dx$$

$$C = \frac{\partial u}{\partial \theta} = \theta \frac{\partial v}{\partial \theta}$$

$$N = \frac{\partial u}{\partial x} + AP = \theta \frac{\partial v}{\partial x}$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} - \left( \frac{\partial N}{\partial \theta} \right) = \frac{\partial v}{\partial x} = A \frac{\partial P}{\partial \theta} = \alpha E_9$$

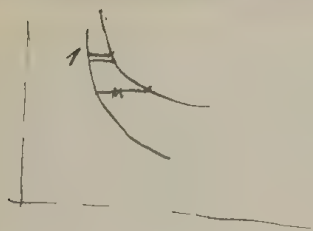
$$N = \frac{\partial v}{\partial x} \alpha E_9 \theta$$

$$= C_1 d\theta + A N dx$$

$$\delta\varphi = dU + AP dx = \theta \alpha S$$

$$x = x_0 \left[ 1 + \alpha (\theta - \theta_0) + \frac{P}{E_9} \right]$$

$$\frac{P}{E}$$



~~$$r_1 \quad c_{p1} d\theta$$~~

~~$$r_2 \quad c_{p2} d\theta$$~~

$$\frac{(c_{p1}' - c_{p1}) d\theta}{c_{p1} d\theta} = \frac{\theta' - \theta}{\theta} =$$

$$\int_{t_1}^{t_2} c_{p1} dt + \int_{t_1}^{t_2} \frac{M_2 c_{p2}}{M_1} dt = \cancel{dx} \quad a (r_1 - r_2) \frac{\partial v}{\partial \theta} (t_2 - t_1)$$

$$= \frac{\partial c_{p1}}{\partial \theta} d\theta (t_2 - t_1)$$

$$\frac{\partial c_{p1}}{\partial \theta} = a \frac{\partial v}{\partial \theta}$$

$$0.0028$$

$$0.00872 \quad \text{CO}_2$$

$$\text{formation } a = 0.002812$$

$$b = 0.001976$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz} = \rho g$$

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t + \beta p)$$

$$\frac{d\sigma}{d\tau} = \frac{C_F}{AT\rho a}$$

$T_{K \approx 590}$   
 $\text{S.M.T.} = 300$

1076 Brown  
 1074  
 1072  
 1070  
 1068  
 1066  
 1064  
 1062  
 1060  
 1058  
 1056  
 1054  
 1052  
 1050  
 1048  
 1046  
 1044  
 1042  
 1040  
 1038  
 1036  
 1034  
 1032  
 1030  
 1028  
 1026  
 1024  
 1022  
 1020  
 1018  
 1016  
 1014  
 1012  
 1010  
 1008  
 1006  
 1004  
 1002  
 1000  
 998  
 996  
 994  
 992  
 990  
 988  
 986  
 984  
 982  
 980  
 978  
 976  
 974  
 972  
 970  
 968  
 966  
 964  
 962  
 960  
 958  
 956  
 954  
 952  
 950  
 948  
 946  
 944  
 942  
 940  
 938  
 936  
 934  
 932  
 930  
 928  
 926  
 924  
 922  
 920  
 918  
 916  
 914  
 912  
 910  
 908  
 906  
 904  
 902  
 900  
 898  
 896  
 894  
 892  
 890  
 888  
 886  
 884  
 882  
 880  
 878  
 876  
 874  
 872  
 870  
 868  
 866  
 864  
 862  
 860  
 858  
 856  
 854  
 852  
 850  
 848  
 846  
 844  
 842  
 840  
 838  
 836  
 834  
 832  
 830  
 828  
 826  
 824  
 822  
 820  
 818  
 816  
 814  
 812  
 810  
 808  
 806  
 804  
 802  
 800  
 798  
 796  
 794  
 792  
 790  
 788  
 786  
 784  
 782  
 780  
 778  
 776  
 774  
 772  
 770  
 768  
 766  
 764  
 762  
 760  
 758  
 756  
 754  
 752  
 750  
 748  
 746  
 744  
 742  
 740  
 738  
 736  
 734  
 732  
 730  
 728  
 726  
 724  
 722  
 720  
 718  
 716  
 714  
 712  
 710  
 708  
 706  
 704  
 702  
 700  
 698  
 696  
 694  
 692  
 690  
 688  
 686  
 684  
 682  
 680  
 678  
 676  
 674  
 672  
 670  
 668  
 666  
 664  
 662  
 660  
 658  
 656  
 654  
 652  
 650  
 648  
 646  
 644  
 642  
 640  
 638  
 636  
 634  
 632  
 630  
 628  
 626  
 624  
 622  
 620  
 618  
 616  
 614  
 612  
 610  
 608  
 606  
 604  
 602  
 600  
 598  
 596  
 594  
 592  
 590  
 588  
 586  
 584  
 582  
 580  
 578  
 576  
 574  
 572  
 570  
 568  
 566  
 564  
 562  
 560  
 558  
 556  
 554  
 552  
 550  
 548  
 546  
 544  
 542  
 540  
 538  
 536  
 534  
 532  
 530  
 528  
 526  
 524  
 522  
 520  
 518  
 516  
 514  
 512  
 510  
 508  
 506  
 504  
 502  
 500  
 498  
 496  
 494  
 492  
 490  
 488  
 486  
 484  
 482  
 480  
 478  
 476  
 474  
 472  
 470  
 468  
 466  
 464  
 462  
 460  
 458  
 456  
 454  
 452  
 450  
 448  
 446  
 444  
 442  
 440  
 438  
 436  
 434  
 432  
 430  
 428  
 426  
 424  
 422  
 420  
 418  
 416  
 414  
 412  
 410  
 408  
 406  
 404  
 402  
 400  
 398  
 396  
 394  
 392  
 390  
 388  
 386  
 384  
 382  
 380  
 378  
 376  
 374  
 372  
 370  
 368  
 366  
 364  
 362  
 360  
 358  
 356  
 354  
 352  
 350  
 348  
 346  
 344  
 342  
 340  
 338  
 336  
 334  
 332  
 330  
 328  
 326  
 324  
 322  
 320  
 318  
 316  
 314  
 312  
 310  
 308  
 306  
 304  
 302  
 300  
 298  
 296  
 294  
 292  
 290  
 288  
 286  
 284  
 282  
 280  
 278  
 276  
 274  
 272  
 270  
 268  
 266  
 264  
 262  
 260  
 258  
 256  
 254  
 252  
 250  
 248  
 246  
 244  
 242  
 240  
 238  
 236  
 234  
 232  
 230  
 228  
 226  
 224  
 222  
 220  
 218  
 216  
 214  
 212  
 210  
 208  
 206  
 204  
 202  
 200  
 198  
 196  
 194  
 192  
 190  
 188  
 186  
 184  
 182  
 180  
 178  
 176  
 174  
 172  
 170  
 168  
 166  
 164  
 162  
 160  
 158  
 156  
 154  
 152  
 150  
 148  
 146  
 144  
 142  
 140  
 138  
 136  
 134  
 132  
 130  
 128  
 126  
 124  
 122  
 120  
 118  
 116  
 114  
 112  
 110  
 108  
 106  
 104  
 102  
 100  
 98  
 96  
 94  
 92  
 90  
 88  
 86  
 84  
 82  
 80  
 78  
 76  
 74  
 72  
 70  
 68  
 66  
 64  
 62  
 60

1877 Oct 1st (Wed)  
Olm. N. 1st  
K. 23350  
J. 25250  
24080

5260. *Long*

20  
H<sub>2</sub> methoxy

20th July 1902 = 29

4.52 # 23.0 lb.

Stromungswindm. de. 1876. (1904)

$$184 = 204$$

$$\theta_k : \theta_0 : \theta_c = \frac{t_2}{8} : 1 : 2$$

$$\frac{2}{a} = \frac{2}{a}$$

Only point you go in no horns! oh! always  
with you. The M.

Dear Friend,

-2590 186 (1905)

Blank - 200 100 100 (185)

10/7.1908  
H. W. Kennedy, Esq.  
Lloyd's & Sons  
Ox. Z. 9 + 591 (1909)

with some dryness  
at 150° F.

$$\frac{\partial u}{\partial x} = AP$$

$$du = AP dx = c dT + N dP$$

$$c = \frac{\partial u}{\partial T}$$

$$N = \frac{\partial u}{\partial P} = AP$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{c}{T} \right) = \frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{N}{T} \right)$$

$$\frac{\partial c}{\partial x} = \frac{\partial N}{\partial T} - \frac{N}{T}$$

$$= \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial T} - \frac{\partial^2 u}{\partial T \partial x} - \frac{N}{T}$$

$$N = AT \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_x = \frac{AT}{\frac{\partial x}{\partial P}} \frac{\partial x}{\partial T} = AT \alpha \cdot P$$

$$\delta \varphi = p_{max}$$

$$dT = - \frac{N}{c} dx$$

$$c = \frac{\partial u}{\partial P} - AP \frac{\partial x}{\partial P}$$

$$\frac{\partial c}{\partial P} = \frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{N}{T} \right)$$

$$N = \frac{\partial u}{\partial P} - AP \frac{\partial x}{\partial P}$$

$$\frac{\partial c}{\partial P} = \frac{\partial N}{\partial T} - \frac{N}{T}$$

$$-A \frac{\partial x}{\partial T} = - \frac{N}{T}$$

$$N = AT \frac{\partial x}{\partial T} = AT \alpha x$$

$$\Delta T = - \frac{AT \alpha x}{N} \Delta P$$



$$\beta = \frac{x}{kT} = \frac{0.0015}{0.00011} = 14$$

$$\frac{1}{\beta} = \frac{1}{14}$$

$$\delta Q = M dT + N dv = \left( \frac{\partial U}{\partial T} + A T \frac{\partial v}{\partial T} \right) dT +$$

$$M = \frac{\partial U}{\partial T} + A T \frac{\partial v}{\partial T} = T \frac{\partial S}{\partial x}$$

$$N = \frac{\partial U}{\partial v} + A T = T \frac{\partial S}{\partial y}$$

$$\frac{\partial}{\partial v} \left[ \frac{1}{T} \left( \frac{\partial U}{\partial T} + A T \frac{\partial v}{\partial T} \right) \right] = 2$$

$$\frac{\partial M}{\partial v} - \frac{\partial N}{\partial x} = \frac{\partial M}{\partial v} - \frac{\partial N}{\partial T} = A \frac{\partial T}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial T} =$$

$$A \left( \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial x}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial T} \right) = \frac{\partial S}{\partial x} \frac{\partial T}{\partial y} - \frac{\partial S}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$= \frac{1}{T} M \frac{\partial T}{\partial y} - N \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$M = C_v$$

$$\frac{\partial C_v}{\partial v} = A \frac{\partial T}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial T} - \frac{\partial T}{\partial T} \frac{\partial v}{\partial v}$$

$$= -\frac{N}{T} \frac{\partial T}{\partial v} = A \frac{\partial T}{\partial v}$$

$$\frac{\partial C_v}{\partial v} = A \frac{\partial T}{\partial v}$$

$$\frac{\partial}{\partial v} \left( \frac{M}{T} \right) = \frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{N}{T} \right)$$

$$\frac{\partial C_v}{\partial v} = A \frac{\partial T}{\partial v}$$

$$\frac{\partial C_v}{\partial v} = A T \frac{\partial T}{\partial v}$$

$$\delta\psi = c dT + \bar{L} dy$$

$$\frac{\partial c}{\partial y} - \frac{\partial \bar{L}}{\partial T} = \cancel{\frac{1}{T}} - \cancel{\frac{\bar{L}}{T}} = A \left[ \frac{\partial x}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial T} - \frac{\partial x}{\partial T} \frac{\partial v}{\partial y} \right]$$

$$c \frac{\partial T}{\partial y}$$

$$y = v$$

$$\bar{L} = AT \left[ \frac{\partial x}{\partial T} \right]$$

$$\frac{\partial \bar{L}}{\partial T} = A \frac{\partial x}{\partial T} + AT \frac{\partial^2 x}{\partial T^2}$$

$$\frac{\partial c_v}{\partial T} = AT \frac{\partial^2 x}{\partial T^2}$$

$$\delta\psi = C dT + N dp$$

$$\frac{\partial C}{\partial p} - \frac{\partial N}{\partial T} = - \frac{N}{T} = A \left[ \frac{\partial v}{\partial T} \right]$$

$$N = -AT \frac{\partial v}{\partial T}$$

$$\frac{\partial C}{\partial p} = AT \frac{\partial^2 v}{\partial T^2}$$

$$\frac{\partial N}{\partial T} = -A \frac{\partial v}{\partial T} - AT \frac{\partial^2 v}{\partial T^2}$$

$$\delta\psi = M dv + N dp$$

$$\frac{\partial M}{\partial p} - \frac{\partial N}{\partial v} = \frac{1}{T} \left( M \frac{\partial T}{\partial p} - N \frac{\partial T}{\partial v} \right) = A$$

AT II. calculate  $q_{\text{in}}$ :

$$\delta Q = 0 \quad \delta T = \frac{\delta AT}{C_p} dp = \delta T$$

$$H_2O \quad 25^\circ: \quad \delta T = \frac{4.2 \cdot 10^7 \cdot 300 \cdot 0.00025 \cdot 10^6}{4.2 \cdot 10^7}$$

$$= 0.0018$$

Udarseni po ciste xidlovaty o s'isany:

$$\text{w'nomi prastyg u:} = \rho \omega \mu$$

$$\text{podryznu tynpachy: } \Delta T = \frac{A T \alpha P}{c b}$$

$$= \frac{A T \alpha}{c} \frac{\rho \omega \mu}{b}$$

$$\text{Np. } \mu = 500 \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$\omega (\text{std}) = 5000$$

$$\alpha = 0.000012$$

$$c = 0.12$$

$$\frac{273 \cdot 0.000012 \cdot 5100 \cdot 500 \cdot 10^4}{4.2 \cdot 10^7 \cdot 0.12} =$$

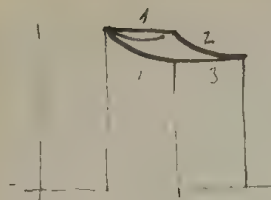
$$= \frac{2.73 \cdot 1.2 \cdot 51 \cdot 0.5 \cdot 10^7}{4.2 \cdot 0.12 \cdot 10^7}$$

Pitt Collett 1877

	H <sub>2</sub>		N <sub>2</sub>		
	hr	min - 25 <sup>0</sup>			hr
H <sub>2</sub> Will obs 1884	224.5	2 43.5	- 146°	- 196°	- 214°
	241	2 52.5			
Duror 1886					
km Duror. H <sub>2</sub> 1892					







$$P = p_1(v_2 - v_1)$$

$$+ R \theta_1 \ln \frac{v_3}{v_2}$$

$$- p_3(v_4 - v_3)$$

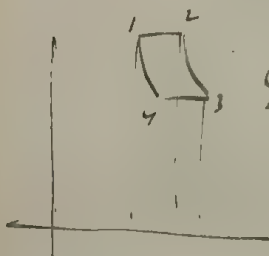
$$+ R \theta'_1 \ln \frac{v_4}{v_3}$$

$$= R(\theta - \theta') \ln \frac{v_3}{v_2} + \frac{p_1}{\theta} (v_2 - v_1)$$

$$p_2 v_2 = p_3 v_3$$

$$p_1 v_1 = p_4 v_4$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{v_3}{v_4}$$



$$\phi = p_1(v_2 - v_1) + p_3(v_4 - v_3)$$

$$p_2 v_2^k = p_3 v_3^k$$

$$p_1 v_1^k = p_4 v_4^k$$

$$\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k = \left(\frac{v_4}{v_3}\right)^k$$

$$v_1 = v_2 = v_3 = v_4$$

$$\frac{R(\theta_2 - \theta_1)}{k-1}$$

Environ

$$-\frac{dp}{dr} = \frac{k\rho}{r^2} \int_0^r 4\pi r'^2 \rho dr'$$

$$-\frac{d}{dr} \left( \frac{r^2}{\rho} \frac{dp}{dr} \right) = +4\pi k r^2 \rho \rightarrow \frac{p}{\rho^k} = \frac{p_0}{\rho_0^k}$$

$$-\frac{k}{k-1} \frac{p_0}{\rho_0^k} \frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{d\rho}{dr} \right)$$

$$\frac{p}{\rho_0} = \left( \frac{p_0}{\rho_0} \right)^{\frac{1}{k}}$$

$$R \int \frac{1}{p} \frac{dp}{v} = R \ln \frac{v_2}{v_1} = \Delta S_1$$

$$+ R \ln \frac{v_3}{v_2}$$

$$+ R \ln \frac{v_4}{v_3}$$

$$+ R \ln \frac{v_1}{v_4}$$

$$R \ln \frac{v_2}{v_1}$$

$$R \frac{1}{p} \frac{dp}{v}$$

$$p = p_0 \left( \frac{\rho}{\rho_0} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

$$\frac{dp}{dr} = \frac{k}{k-1} \frac{p_0}{\rho_0^{\frac{k}{k-1}}} \rho^{\frac{1}{k-1}} \frac{d\rho}{dr}$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{p_0}{p} \right)^{\frac{1}{k}}$$

$$\frac{\delta \pi}{\delta v} = \frac{2RT}{(v-b)^3} - \frac{6a}{v^4}$$

$$b < v < \infty$$

22

find  $T$  &  $T_h$

$$\frac{\delta \pi}{\delta v} = \frac{2RT}{(v-b)^3} - \frac{6a}{v^4} = 2a \frac{8v^4 - 81b(v-b)^3}{27b^2(v-b)^3}$$

$$= 2a \frac{[8(\frac{v}{b})^4 - 81(\frac{v}{b}-1)^3]}{27b^2(v-b)^3}$$

multiply through

$$\frac{RT}{3b^2(v-b)^3} = \left(\frac{v-b}{v}\right)^3 = \left(1 - \frac{b}{v}\right)^3$$

$$< 1$$

find  $\frac{\partial \pi}{\partial v}$   $RT > \frac{8a}{27b}$   $\frac{\partial \pi}{\partial v} =$

$$\frac{8a}{27b^2v} - \frac{RT}{(v-b)^2} + \frac{2a}{v^3} =$$

$$T > T_h: \quad \frac{\partial \pi}{\partial v} < \frac{-8a}{27b(v-b)^2} + \frac{2a}{v^3} = \frac{-4v^3 + 27b(v-b)^2}{-}$$

$$27b^2 - 4(1+b)^3$$

$$v = x + (1-x)b$$

$$x = \frac{v-b}{1+b}$$

$$\delta \varphi = \mu dM + A_T dV = M dT + N_2 dx$$

$$M \frac{\partial \mu}{\partial T} + A_T \frac{\partial v}{\partial T} = M$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial x} + A_T \frac{\partial v}{\partial x} = N_2$$

$$\frac{M}{T} = \frac{\partial S}{\partial T} \quad \frac{N_2}{T} = \frac{\partial S}{\partial x}$$

$$\frac{1}{T} \frac{\partial \mu}{\partial x} = -\frac{N_2}{T^2} + \frac{1}{T} \frac{\partial N_2}{\partial T}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \mu}{\partial x} - \frac{\partial N_2}{\partial T} &= A \left( \frac{\partial \mu}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial T} - \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial \mu}{\partial T} \right) \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mu}{\partial x} &= \frac{\partial N_2}{\partial T} - A \frac{\partial A_T}{\partial T} \frac{\partial v}{\partial x} \\ &= -\frac{N_2}{T} + \frac{A_T}{\partial T} \end{aligned}$$

Reynold:

$$\frac{p}{p_0} = 1 + A\left(\frac{v_0}{v} - 1\right) + B\left(\frac{v_0}{v} - 1\right)^2$$

$$= \cancel{(1 + \frac{A}{v_0}(\frac{v_0}{v} - 1) + \frac{B}{v_0^2}(\frac{v_0}{v} - 1)^2)}$$

VdW.

$$pv = RT - \frac{a}{v} + \frac{ab}{v^2} + \frac{b^2}{v^3}$$

Wiederholung 2. Typs aus dem 1. Typ

RT<sub>K</sub>

$$\frac{8.0.00874}{27.0.0023} =$$

$$\frac{54}{611} = 0.0884$$

$$\frac{783}{102} = 7.676$$

$$0.144 \cdot 273 = 39.3$$

$$a_2 = a = 0.00874$$

$$b = 0.0023$$

$$t = 39^\circ$$

$$\frac{8.074}{27.230} = \frac{8.074}{27.230} = 0.296$$

$$\frac{8.7}{690} = 0.0126$$

$$\text{Clausius: } p = \frac{RT}{v - a} - \frac{c}{T(v + \beta)^2}$$

Jäger, Natur. Zentr.

$$p + \frac{a}{v} = \frac{RT}{v} \left(1 + \frac{b}{v} + \frac{5}{8} \frac{b^2}{v^2} + \dots\right)$$

$$\left(1 + \frac{a'}{v^2}\right) \left(\frac{RT}{v - b}\right) = \frac{RTv^3}{(v - b)^4}$$

$$a' = a \frac{(v - 2b)^3 + \frac{b^2}{v}}{v^2}$$

$$b' = b \frac{5(v - 2b)^3 + \frac{b^2}{v}}{v^2}$$

$$c(t_1 + t_2) = 2ct - n(\xi t_1 + \xi t_2 - 2\xi t)$$

$$\underbrace{\frac{t_1 + t_2}{2} - t}_{\Delta t} = \frac{n}{c} \left( \frac{\xi t_1 + \xi t_2}{2} - \xi t \right)$$

$$\xi = \xi p_2$$

$$\xi t = \frac{\xi t_1 + \xi t_2}{2} + \left( t - \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \frac{\partial \xi}{\partial t}$$

$$\Delta t = \frac{n}{c} \xi \left[ \frac{p_1 + p_2}{2} + \Delta t \frac{\partial p_1}{\partial t} \right]$$

$$\Delta t = \frac{\frac{n\xi}{c} \left( \frac{p_1 + p_2}{2} - p_{\text{avg}} \right)}{1 + \frac{n\xi}{c} \frac{\partial p_1}{\partial t}}$$

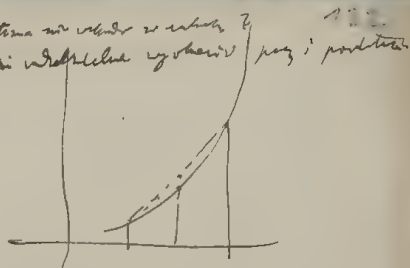
$$\frac{\xi t_1 + \xi t_2 - 2\xi t}{2} = \frac{\xi \left( \frac{p_1 + p_2}{2} - p_{\text{avg}} \right)}{1 + \frac{n\xi}{c} \frac{\partial p_1}{\partial t}}$$

$$\xi = \xi p_2 \neq 0.0008 \cdot p_2 \text{ (mm)}$$

$$\frac{537 \cdot 0.0008 \cdot \frac{\partial p_1}{\partial t} = 0.0006}{0.2375} = 1.8$$

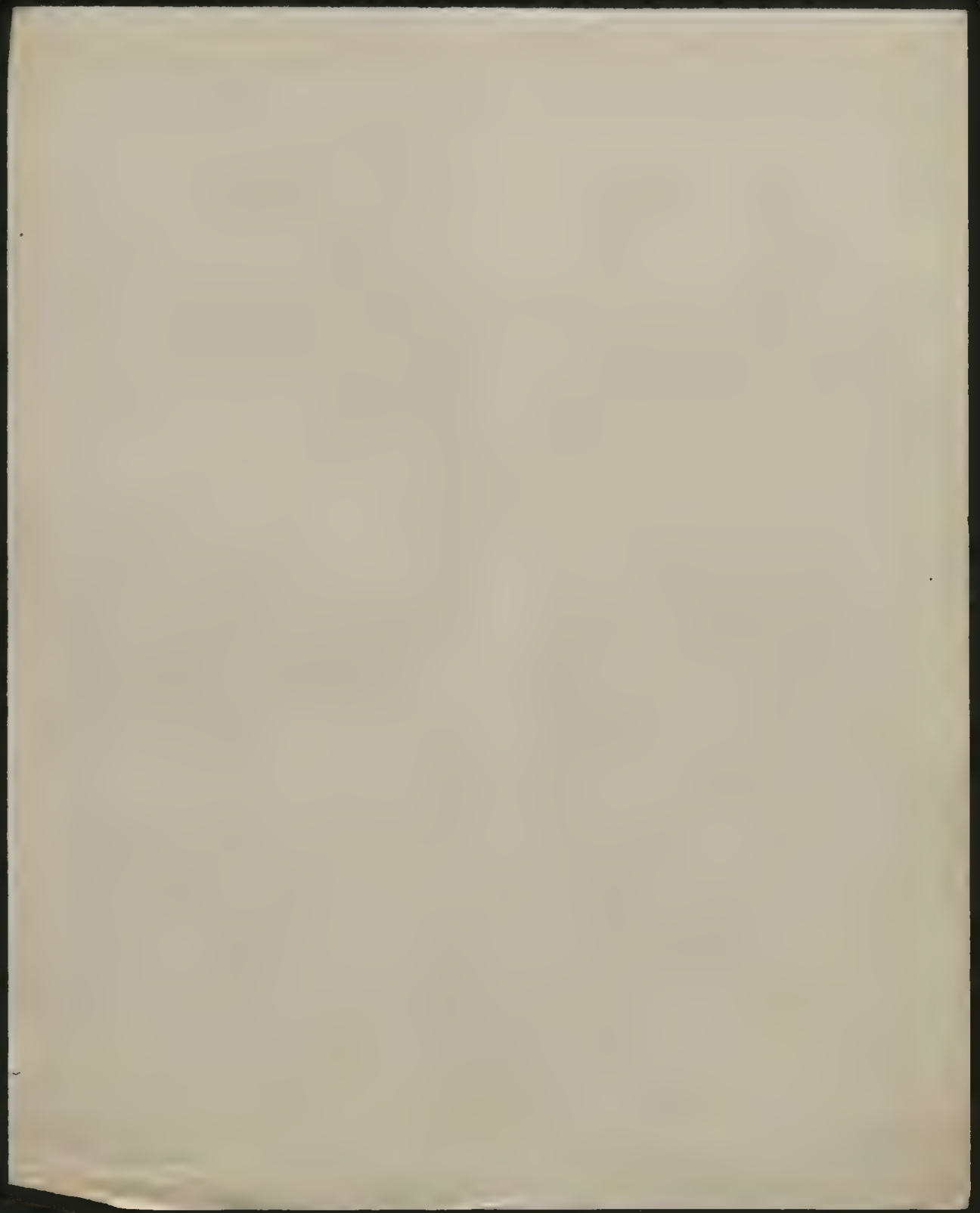
$$\frac{0.00153}{1+1.8} = 0.0006$$

$$\begin{array}{r} 375 \\ 1433 \\ 1808 \quad 904 \\ 751 \quad 751 \\ \hline 0.001057 \quad 0.00153 \end{array}$$



$$\begin{array}{l} \xi_0 = 0.00375 \\ 10 \quad 0.00751 \\ \quad 0.01433 \end{array}$$





$$4.6 : 760. \quad 0.38 = 0.0026$$

0°	0.001293 (1 - 0.0026)
10°	... $\frac{\theta}{\theta_0}$ (1 - 0.0045)
20°	... $\frac{\theta}{\theta_0}$ (1 - 0.0087)

} System "por. vty."   
 por. vty.   
 made   
 vty.   
 3%   
 4%

Ha mchgo:

$$\frac{T}{T_0} = \left( \frac{v_0}{v} \right)^{k-1}$$

$$dT = -\frac{T_0}{(k-1)} \left( \frac{v_0}{v} \right)^{k-1} \frac{dv}{v}$$

$$\int_{T_0}^T dT + A_p dv = 0$$

$$dT = -\frac{A_p}{c_v} dv$$

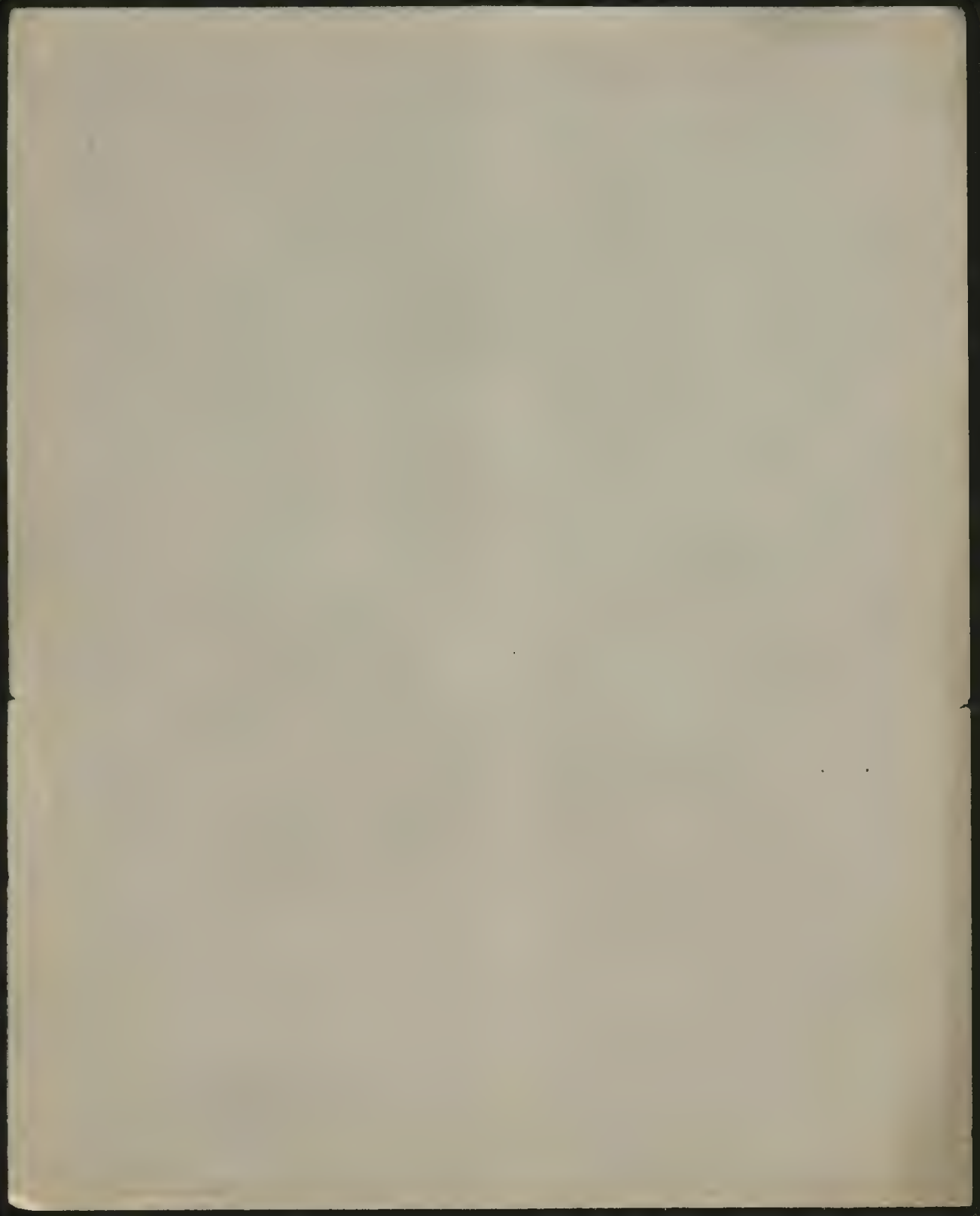
$$=$$

5563
7938
3507
- 2808
4693

295

Orzpland vshetel puzgummen mchgo polutun

$$c(t_1 - t) = 2.2 \text{ pt}$$



0) ypariskanti kryptinamys

atlas ypariskanti kys.

~~Antis Veltas~~2). Atlas  $T_p$  (Coulitt)

Pravo Rattisera

3). atlas  $T_v$  (Rattisera)

Povirus 2 dvi veltas Optimali masythin (Darym 1/)

D). R aname,  $T_k$  p.k. aname; 2 toja ab, Rstady poviruso lgt  $v_k = 36$  m/s

$$\frac{RT_k}{p_k v_k} = \frac{8}{3} = 2.67 \quad \text{poviruso lgt:}$$

$$C_6H_6 \quad 3.75$$

$$A \quad 2.67$$

$$CO_2 \quad 3.59$$

$$C_2H_6 \quad 3.55$$

$$C_2H_4 \quad 3.42$$

$$SO_2 \quad 3.62$$

$$(C_2H_5)_2O \quad 3.84$$

$$C_2H_5OH \quad 4.02$$

$$II. \quad p(v) = RT - \frac{a}{v} + \frac{ab}{v^2} + bp = RT - \frac{a}{v} + \frac{ab}{v^2} + bp$$

$$\text{Minimum: } \frac{\partial p}{\partial v} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial v} = -\frac{a}{v^2} - \frac{2ab}{v^3} + b = 0 \quad \text{Minimum } p(v): \quad \frac{\partial p}{\partial v} = 0$$

$$p + \frac{a}{v} = \frac{RT}{v-b}$$

$$v + p \frac{\partial v}{\partial p} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial v} = -\frac{1}{p}$$

$$\frac{\partial p}{\partial v} = \frac{2a}{v^3} - \frac{RT}{(v-b)^2} = -\frac{1}{p}$$

$$\frac{a}{v^3} = \frac{RT}{v-b} \left( \frac{1}{v-b} - \frac{1}{v} \right) = 0$$

$$\frac{a}{v^3} = \frac{RTb}{(v-b)^2} = 0$$

$$p = \frac{RT}{v-b} \left( 1 + \frac{b}{v-b} \right) = \frac{RT(v-2b)}{(v-b)^2}$$

$$a = 0.00874 \cdot 10^6$$

$$b = \frac{0.0023}{0.001293}$$

$$p_{CO_2} = 0.001965$$

produk  $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)$  beres skema

IV).  $\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_v = \frac{R}{v-b}$  yang merupakan  $\Delta$  suhu (dla tja temperatur)

mengetahui  $(245)_{20}$  banda d'Arsonville (Amagat) (Ramsay & Young)

dan up. Logarithm (Young) in

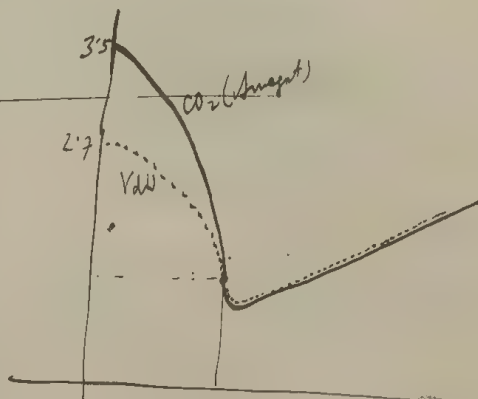
inny spak : 2 togo blong b, a poton 2 rana Volu a:

Np CO<sub>2</sub> (Ramsay)

v	a	b
0.024	0.01342	0.00548
0.043	0.01240	444
0.0058	956	266
0.0032	776	188
0.0019	924	153

Volu ing  $a = 0.00874$

$b = 0.0023$



IV). Same isotherm

Further.  $\left(2 + \frac{3}{v}\right)(34-1) = 0.9$

Np.  $2v = p v$  (Amagat)

a dla  $T = \infty$  : Volu:  $\omega = \frac{1}{3}$

produk pty der. CO<sub>2</sub> : 0.269  
 SO<sub>2</sub> : 0.243  
 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : 0.243  
 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> : 0.258

V). Ekspansi metady (Amagat) (Logt, 250)  
 mikroskopik w blaka k, ad yadun' unyaly waly



2.

NaCl	27.2	} 34.9
MgCl <sub>2</sub>	3.4	
MgSO <sub>4</sub>	2.3	
CaSO <sub>4</sub>	1.4	
KCl	0.6	

$$\text{Cl: wt} = 1.181$$

rasveta soli:

$$\text{gibung vroz} \quad \frac{n_1}{n} = \frac{T_0 - T}{T} \cdot \frac{LW}{AH}$$

$$= \frac{T_0 - T}{102}$$

$$\frac{23}{58.5}$$

$$n_1 = \frac{3.5}{58.5}$$

$$n = \frac{100}{18}$$

$$T_0 - T = \frac{102}{100} \cdot 18 \cdot n_1$$

$$= \frac{102}{100} \cdot 18 \cdot \frac{3.5}{58.5} \cdot 2 = 2.2^\circ$$

2.2°

$$H = 8.2 \cdot 10^7$$

$$A = 42 \cdot 10^6$$

$$r = A \frac{dT}{dt}$$

$$\frac{n_1}{n} = \frac{T_0 - T}{T} \cdot \frac{LW}{AH}$$

Na drine mora 2 povodj ismiria

$$N_f. 5000 \text{ m} = 500 \text{ km.}$$

$$\frac{0.0075 \cdot 500}{3.75^\circ}$$

Lata 1880 K 60

Woda:

18

$$600 \cdot \frac{18}{29} \cdot \frac{p_1}{p} = 0.2375 (t - t_0)$$

$$N.p. 00: \frac{4.6}{760} = \frac{1}{160}$$

$$20 \quad 600 \cdot \frac{18.9}{29} \cdot \frac{1}{760} = 3.6$$

$$2.3 < 3.6$$

$$10^\circ \quad \frac{9.1}{760} = \frac{1}{83}$$

$$7.4 > 1.2$$

$$D = 60.3^\circ$$

wie druckbarer nady mi dzydky  
m'ij 30

Carowanie z skoinowz pzdkiwz parowanz

opierz ewyktlyp dykt parowanz tokie jinm enerya kinet. nady pory  
dyktosi adicicwa s

jinli m p pory pro sec, <sup>(procm)</sup> ~~procm~~ dyktosi form wytkowz = m s  
pzdkiwz = m s, enerya kinet. =  $\frac{m(m.s)^2}{2}$

$$2000 m \Delta = 2 m + \frac{m(m.s)^2}{2} A$$

$$N.p. A_{20}: \quad 0 = \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{1}{0.00125} \cdot \frac{t_1}{t_2} \cdot \frac{29}{18}$$

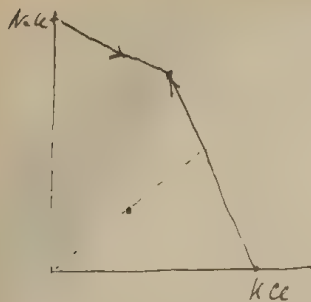
$$\frac{760}{4.6} \cdot \frac{29}{18} \cdot \frac{1}{0.00125} = \frac{38.29}{4.6 \cdot 9.13} \cdot 10^5 = \frac{18.30}{45.1} = 200.000 = 1 \text{ mm } 0^\circ$$

$$\text{jinli n.p. } m = \frac{1}{100} g \quad \text{to } A \frac{m.s^2}{2} = \frac{1}{42} \cdot \frac{1}{10^6} \cdot \frac{4 \cdot 10^6}{2} = \frac{1}{20}$$

$\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$

$n = 3$

20/6



$f = 1$

$v = 4$

przy punkcie w tym momencie wyjdzie z roztworu

$f = 2$

$v = 3$

już nie dochodzi do KCl, ponieważ jest więcej NaCl

(ale to może być zależne od ilości KCl)

$f = 3$

$v = 2$

dla  $p$  i  $T$  danych

tylko jeden składnik może

wystąpić

przy wyznaczaniu tego składu będzie się

zwiększał

zobacz na wykresie tetrachloru i przy nadmiarze NaCl  
KCl  
zostanie roztwór

8 g  $\text{NaCl}$   
3 g  $\text{KCl}$

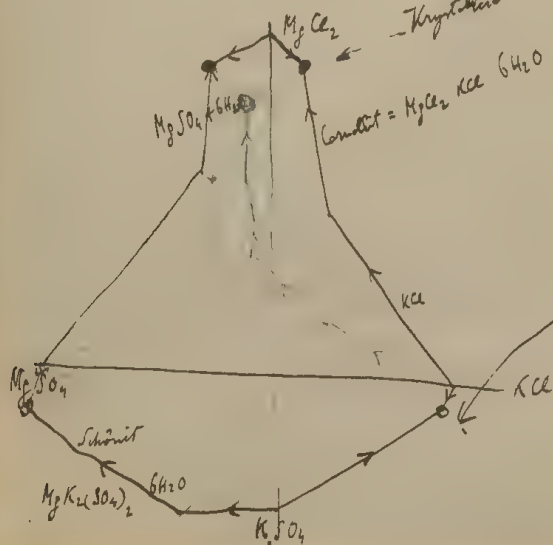
1000 mol  $\text{H}_2\text{O}$   
29  $\text{NaCl}$   
39  $\text{KCl}$

czyli przy nadmiarze NaCl 1000  $\text{H}_2\text{O}$  112 NaCl

1000  $\text{H}_2\text{O}$  88 KCl

- Krytycznym punktem

konkret =  $\text{H}_2\text{O}$  KCl  $64\text{H}_2\text{O}$



- tutaj tylko wyjdzie z roztworu sól  
le nie  $\text{K}_2\text{SO}_4$  KCl wyjdzie  
i dlatego  $\text{MgSO}_4$  lub  $\text{MgCl}_2$

Imen obecní Ca Na

[260]

Cuqamé puerdóal pua puaumi kryptolm

(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sol planeri

ale vidi vydvaz obrotky maly: vypravu

Leorit Mg K<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O

Kasnit Mg SO<sub>4</sub> KCl 3H<sub>2</sub>O

Kisnit Mg SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O

Wpso tumpet. Langbeint vopu tyhs > 37° Mg K<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

Loerit > 47° Mg Na<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O

Harteln miranra kisnit: KCl > 70°

Rehhardt - Mg SO<sub>4</sub> 7 H<sub>2</sub>O - < 47°

Schnit < 47.5°

.00 NaCl mol.

2.2 KCl

7.8 Mg Cl<sub>2</sub>

3.8 Mg SO<sub>4</sub>

Ca



$$\Phi = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \mu_1 + \frac{n_2}{n_1 + n_2} \mu_2$$

$$\downarrow$$
  

$$= \mu_2' (\text{para})$$

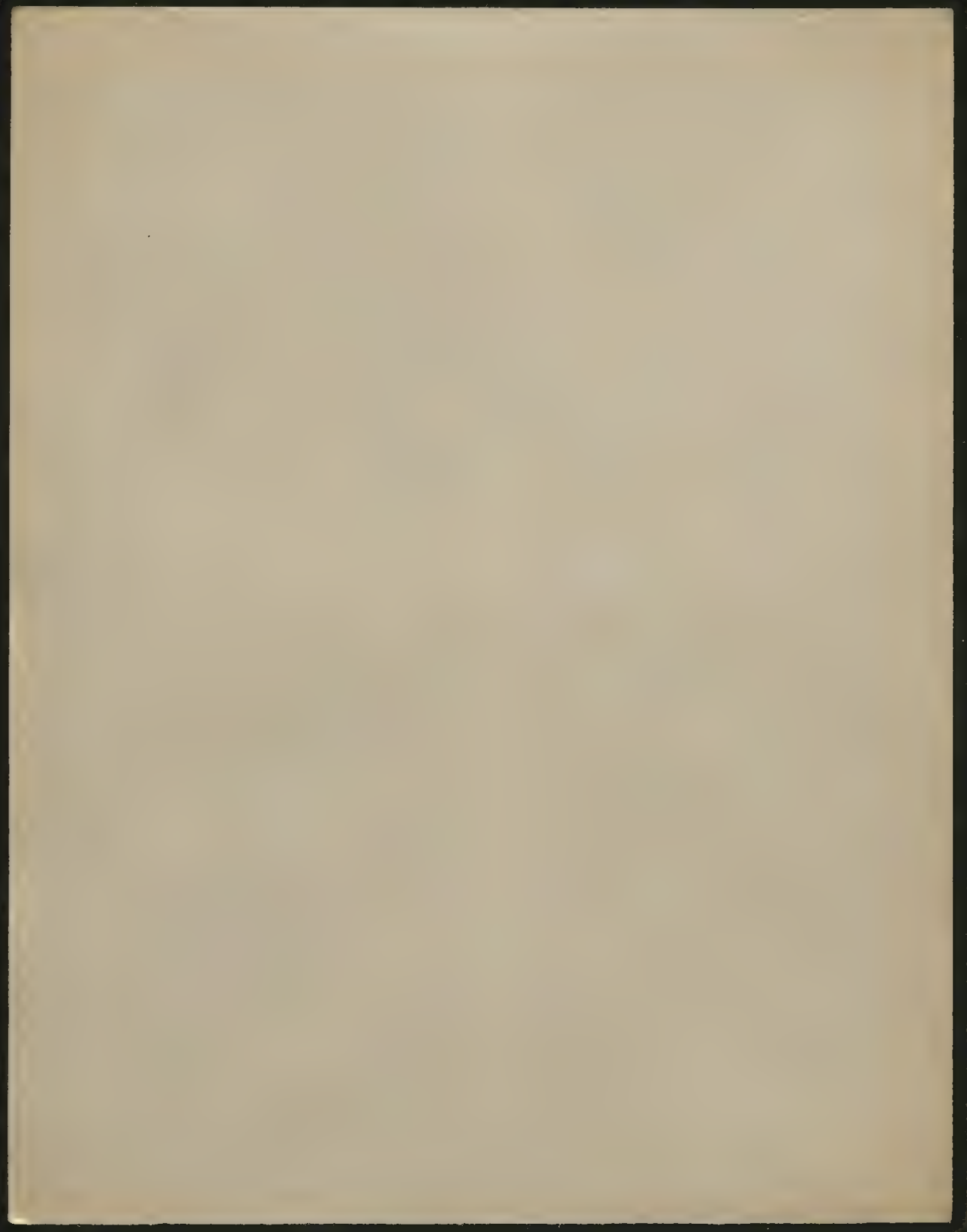
$$\mu_1 = \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial n_1}$$

$$= \mu_1 ?$$

$$\mu_2 = \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial n_2}$$

$$= \mu_2 ?$$





$$\delta p = du + A_T dv = \theta dS$$

$$du = \theta dS - A_T dv$$

$$T = \left( \frac{\partial u}{\partial S} \right)_v$$

$$A_T = - \left( \frac{\partial u}{\partial v} \right)_S$$

$$\Phi = U - \theta S + A_T v$$

$$d\Phi = dU - \theta dS - S d\theta + A_T dv + v dA_T$$

$$S = - \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} \right)_T$$

$$A_T = \left( \frac{\partial \Phi}{\partial v} \right)_\theta$$

$$U = \Phi - \theta \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} \right)_T + A_T \left( \frac{\partial \Phi}{\partial v} \right)_\theta$$

$$C_p = \left( \frac{\partial u}{\partial T} \right)_p$$

$$C_p = \left( \frac{\partial u}{\partial T} \right)_p = \left( \frac{\partial u}{\partial S} \right)_p \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_p = \theta \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_p$$

$$C_p = \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} \right)_T = \theta \left( \frac{\partial S}{\partial \theta} \right)_T = - \theta \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \right)_T$$

$$C_v = \theta \left( \frac{\partial S}{\partial \theta} \right)_v$$

$$= \theta \left[ \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \right)_v + \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta \partial v} \right) \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} \right)_T \right]$$

$$S = S(T, v)$$

$$p = p(T, v)$$

$$\left( \frac{\partial S}{\partial v} \right)_T = \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v$$

$$dS = \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_v dT + \left( \frac{\partial S}{\partial v} \right)_T dv$$

$$dv = \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p dT + \left( \frac{\partial v}{\partial p} \right)_T dp$$

$$dv = 0$$

$$dp = - \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v dT$$

$$\left( \frac{\partial S}{\partial \theta} \right)_v = \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_v \left( \frac{\partial T}{\partial \theta} \right)_v + \left( \frac{\partial S}{\partial p} \right)_v \left( \frac{\partial p}{\partial \theta} \right)_v$$

$$C_v = \theta \left[ \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \right)_v - \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \right]$$

$$C_p - C_v = \theta \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \right)_T - \theta \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \right)_v$$

$$dU = \theta dS - p dv$$

$$N_r = \theta \left( \frac{\partial S}{\partial r} \right) = -\theta \frac{\partial \phi}{\partial r}$$

$$N_v = \theta \left( \frac{\partial S}{\partial v} \right) = \theta \left( \frac{\partial S}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial v} + \frac{\partial S}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial v} \right) = -\theta \frac{\partial \phi}{\partial v}$$

$v = f(r, \theta)$

$t^{\circ}$	$P$	
68	664	665
117	691	684
142	671	682
172.0	716	725
180	746	755

$$\frac{c'}{c} = \frac{c_1'}{c_1}$$

12.103:

$$\frac{c'}{c} = e^{-\frac{\varphi' - \varphi}{RT}}$$

$$\frac{c_1'}{c_1} = e^{-\frac{\varphi_1' - \varphi_1}{RT}}$$

$$\frac{c'}{c} = \frac{1 - \frac{n_1'}{n_1}}{1 - \frac{n_1}{n_1}} = 1 + \frac{n_1 - n_1'}{n_1 n_1'}$$

$$\frac{n_1' - n_1}{n_1 n_1'} = \frac{\varphi_1' - \varphi_1}{RT} = \frac{1}{RT} \left[ \cancel{\varphi_1 - \varphi_1'} + \Delta\theta \frac{\partial(\varphi_1' - \varphi_1)}{\partial\theta} \right]$$

$$= \frac{\Delta\theta \cdot n_1 \omega}{RT^2}$$

I).  $\Delta\theta = \frac{RT^2}{n_1 \omega} \left( \frac{n_1' - n_1}{n_1} \right)$

$\omega$  = molal concentration of solvent in pure form; activity

Wird mit Molal. Konz.

II).  $\frac{c_1'}{c_1} = f_c(p, \theta)$  Raoult's Verteilungsgesetz

Substanz:	$H_2O$	$CO_2$	$CO_2$
	$n$	$n_1$	$n_1'$
	$V_1 = 1$	$V_1 = 1$	$V_1' = 1$

$$\frac{c_1'}{c_1} = e^{-\frac{\varphi_1' - \varphi_1}{RT}}$$

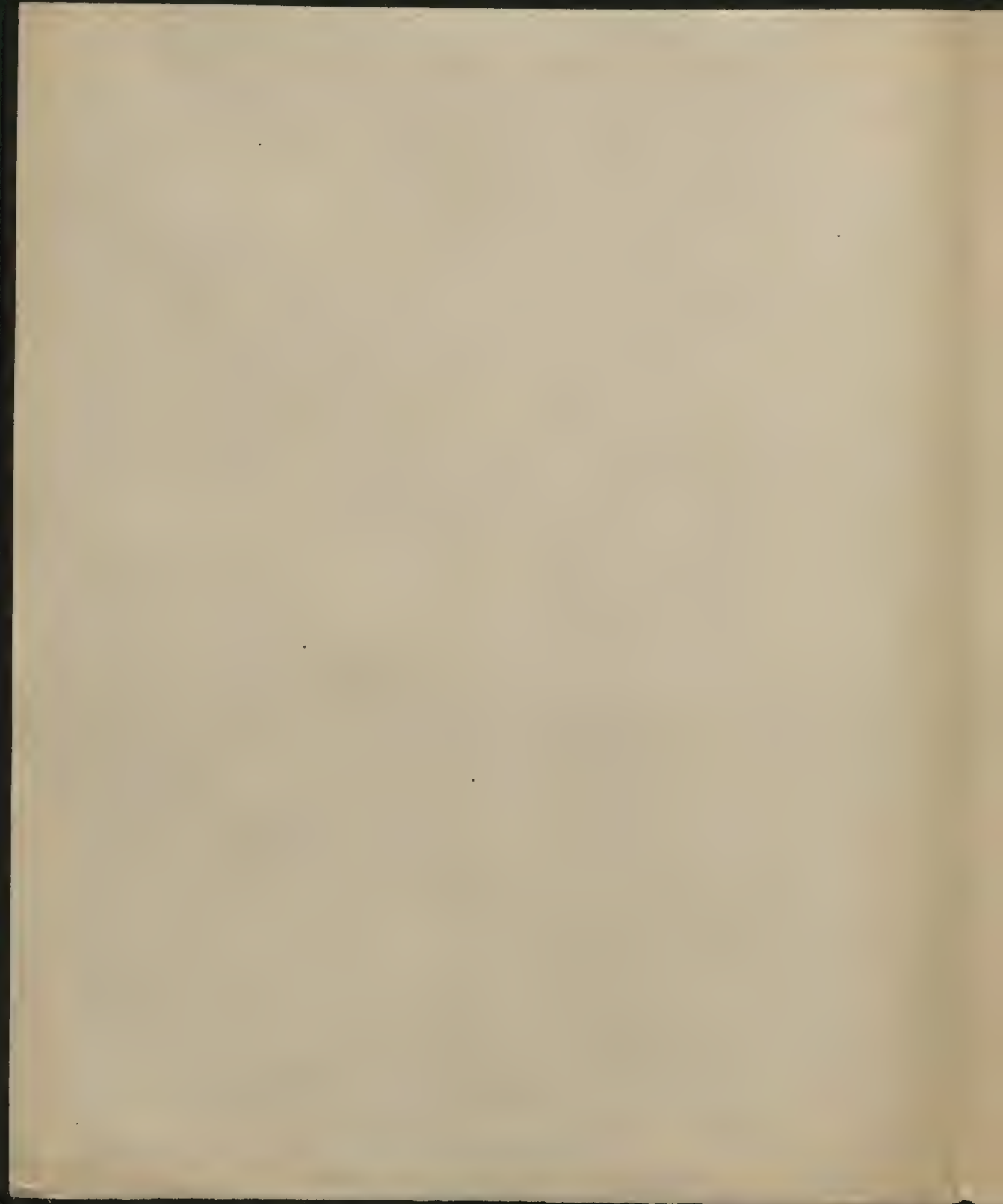
$$\ln c_1 = \frac{\varphi_1' - \varphi_1}{RT}$$

$$\frac{\partial \ln c_1}{\partial p} = + \frac{\Delta V}{RT} = \frac{1}{p}$$

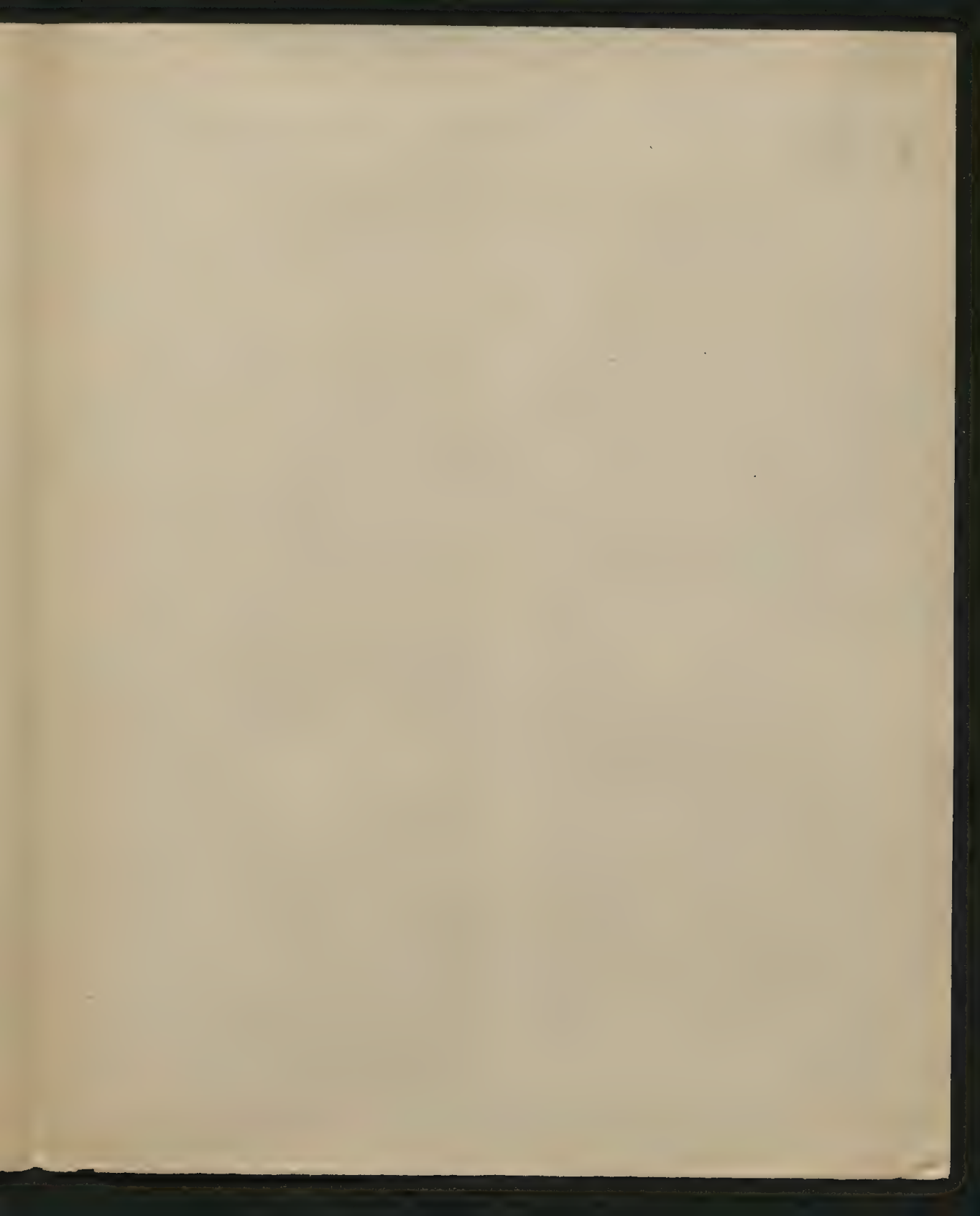
$$\frac{\partial \ln c_1}{\partial T} = - \frac{\Delta Q}{RT^2}$$

$\therefore \ln c_1 = \ln p + \dots$   
 $c_1 \propto p$   
 (Raoult's Gesetz)

$\therefore \frac{p_1}{p} = f(T, p)$







$$d(Erg) =$$

$$\int \left[ \frac{\partial u}{\partial t} - T \frac{\partial s}{\partial t} + v + p \frac{\partial v}{\partial t} \right] dt + \left[ \frac{\partial u}{\partial t} - s - T \frac{\partial s}{\partial t} + A p \frac{\partial v}{\partial t} + \dots \right] dt$$

$$du - T ds - s d\theta + v dp + p dv + \dots$$

$$= d_f \underbrace{\sum (v_1 v_1 + v_2 v_2 + \dots)}_{\Delta V} - \underbrace{s d\theta}_{\theta d\theta} \sum (v_1 s_1 + v_2 s_2 + \dots)$$

$\frac{1.44}{1.44} = 1.00$   
 $\frac{1.44}{1.44} = 1.00$

Time	Alt.	Yr	ben.
1000		212.0	
930		220.7	220.6
840		227.3	220.4
750		230.3	221.5
660		230.0	

Time	Alt.	Yr	ben.
100		272.6	
920		275.1	272.1
840		282.3	262.2
760		280.9	272.5
680		281.8	

X. ZJAZD LEKARZY I PRZYRODNIKÓW POLSKICH

===== WE LWOWIE W. R. 1907. =====

---

SEKCJA .....

LWÓW D. ....

$$P = p_1 + p_2$$

$$p_1 = n_1 \frac{HT}{V}$$

$$p_2 = n_2 \frac{HT}{V}$$

$$2(n_1 + n_2) \frac{HT}{V}$$

$$S = n_1 s_1 + n_2 s_2$$

$$S_i = c_i \log T + A R_i \log \frac{HT}{p_i}$$

$$s_1 = \mu_1 s_1 = \mu_1 c_1 \log T + A H \log \frac{HT}{p_1} + A H \log (n_1 + n_2)$$

$$= \log \frac{1}{p_1} = \log \frac{V}{p_1 (n_1 + n_2)}$$

$$= \log \frac{V}{p_1 (n_1 + n_2)} = \log \frac{V}{n_1 \mu_1} = \log \frac{HT}{p_1 n_1} = \log \frac{HT}{p_1} \frac{n_1 + n_2}{n_1}$$

$$S = \sum n_i [c_i \log T + A H \log \frac{HT}{p_i} - A H \log c_i]$$

$$A p_i v_i = A \frac{n_i}{n_1 + n_2} \frac{pV}{n_i \mu_i}$$

$$\Phi = \sum n_i \left[ \underbrace{c_i T + \frac{AHT}{\mu_i}}_{\varphi_i} - c_i T \log T - AHT \log \frac{HT}{p_i} + AHT \log c_i \right] = A \frac{HT}{\mu_i}$$

$$= \sum n_i [\varphi_i + AHT \log c_i]$$

$$c_i = \frac{n_i}{N}$$

$$\delta \Phi = 0$$

$$\sum \delta n_i [\varphi_i + AHT \log c_i] + \sum n_i AHT \frac{\delta c_i}{c_i}$$

$$\delta c_i = \frac{\delta n_i}{N}$$

$$\frac{\delta c_i}{c_i} = \frac{\delta n_i}{n_i}$$

$$v_1 \varphi_1 + v_2 \varphi_2 + \dots + AHT \log c_1^{v_1} c_2^{v_2} \dots = 0$$

$$c_1^{v_1} c_2^{v_2} \dots = f(\varphi_1, T) = e^{-\frac{L}{T}} \left( \frac{T}{p} \right)^{v_1 + v_2 + \dots} T^c \quad // \text{ c.c.o.}$$

$$= e^{-\frac{v_1 \varphi_1 + v_2 \varphi_2 + \dots}{T}}$$

$$c = v_1 \varphi_1 + v_2 \varphi_2 + \dots$$

$$b = \frac{v_1 a_1 + v_2 a_2 + \dots}{AH}$$

$$\delta \Phi = d\Phi = n_1 da_1 + n_2 da_2 = (f_1, T + a_1) da_1 + (f_2, T + a_2) da_2 + \dots$$

$$= T(f_1, v_1 + \dots) + a_1 v_1 + \dots$$

$$L = AHb$$

$$b = \frac{L}{AH}$$



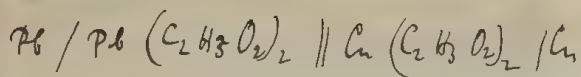
$$c_1 = \frac{\frac{c''}{c_1} - 1}{b_1 + i c_2}$$

$$d' = \frac{\frac{1}{b_1} + \frac{1}{i c_2}}{\frac{1}{b_1} - \frac{1}{i c_2}}$$

$$c_1 = \frac{1}{1 - c_2}$$

$$d' = \frac{1}{1 - c_2}$$





Tekni originalni nadske

$$E = 21684$$

$$\varphi = 17533$$

$$p = + 4151 \text{ cal} \quad \frac{dE}{dT} = + 0.000384 \text{ Volt}$$

$$\text{Mercurum} = + 0.000385 \text{ V}$$

Waga: 20% waga wylazni na —

Ryba Thomsona iata nutowa jila  $\frac{dE}{dT}$  nade

$$\text{np ZnSO}_4 / \text{CuSO}_4 \quad \frac{dE}{dT} = + 0.000034 \text{ V}$$

$$\text{Clark: Zn} / \text{ZnSO}_4 \parallel \text{Hg}_2\text{SO}_4 / \text{Hg}_2 \quad E = 1.4336 \text{ Volt}$$

$$\frac{dE}{dT} = - 0.00117$$

$$\text{Weston: Cd} / \text{CdSO}_4 \parallel \text{Hg}_2\text{SO}_4 / \text{Hg}_2$$

$$\text{ov} \dots 1.02551 \text{ Volt}$$

$$\frac{dE}{dT} = - 0.0001315$$

Z nyo podobne toceple podobne: Wadby Johna hipotetyz bardszo prawdopodob =  
dedy Peltiera.

con.	vac.
$\lambda$	$\lambda_1$
u	v

denominator

$$n \text{ HT by } \frac{\lambda}{\lambda_1}$$

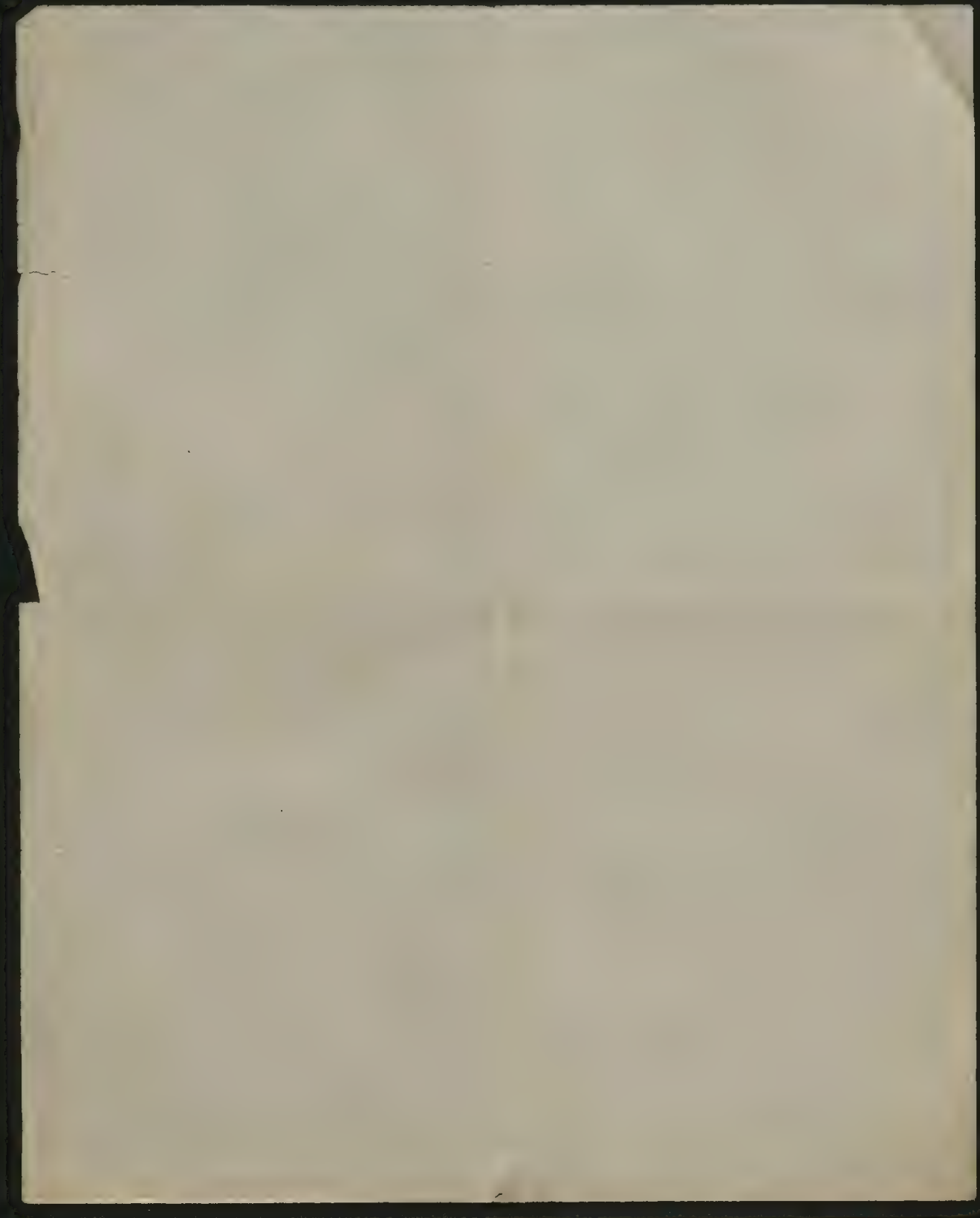
$$-(1-u) \text{ HT by } \frac{\lambda}{\lambda_1} \approx (2n-1) \text{ HT by } \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2.E$$

$$E = \frac{u-v}{u+v} \frac{HT}{2} \text{ by } \frac{\lambda}{\lambda_1}$$

$$1) \text{ } \lambda_f / \lambda_f N_3 / \lambda_g N_3 \text{ } \lambda_g$$

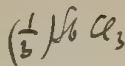
$$E = 0.0002 \text{ T by } \left( \frac{\lambda}{\lambda_1} \right)$$

2) Study





KCl	$\frac{1}{2} BaCl_2$	$H_2SO_4$
$NaCl$	$SrCl_2$	$CaSO_4$
$NH_4Cl$	$CaCl_2$	$CaSO_4$
$ZnCl_2$	$MgCl_2$	$FeSO_4$
$K_2O$	$ZnCl_2$	$K_2CO_3$
$K_2O$	$MgCl_2$	
$KNO_3$	$BaO_2$	$(COOK)_2$ nenas
$KOH$	$CaI_2$	
$CH_3COOH$	$Ca(NO_3)_2$	



$$N_{ion} = \frac{4 \cdot 10^{23}}{80000} = 7 \cdot 10^{23}$$

134

$$1.20 \cdot 10^{23} \cdot 1.5 = 0.0013$$

$$1.20 \cdot 10^{23} \cdot 1.5 = 0.0013$$

$$1.20 \cdot 10^{23} \cdot 1.5 = 0.0013$$

1.20 · 10<sup>23</sup> · 1.5 = 0.0013

+ dom. elektr.

ioniz.

+++

$n =$  iloti pramoditi elektrony na 1 lito wdy =

$U, V$  z pramoditi: nasytite

$\alpha =$  stromik dle drob. =

ioniz. wdy

$\epsilon =$  Tolok slunecny  
vody pramoditi 1 pramoditi na 1 lito wdy  
pro  $\alpha \cdot N \cdot (U+V)$   
 $\mu = \frac{\alpha \cdot N \cdot (U+V)}{10^5} = \frac{7 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-20} \cdot 10^3}{10^5} = 7 \cdot 10^{23}$

$$k = \epsilon m \alpha (U+V) \cdot \frac{m \cdot 10^{23}}{0.001}$$

$$\frac{k}{m} = \text{pramoditi molekularne alio rasy ioniz. rasy} = \mu = \epsilon \alpha (U+V)$$

$$= \alpha (U+V)$$

$$= \alpha \times \text{Suma pramoditi ioniz.}$$

$$\text{dla wchodu nasytity} = \frac{1 \text{ pram.}}{1 \text{ lito}}$$

$\alpha$ sila krosy	0.96 - 0.6
silu rasy	0.92 - 0.8
Sila krosy	0.25 - 0.0
" rasy	0.04 - 0.0
nasytity	0.0

$$i = \frac{N-n}{N} = 1 + \frac{(v-n) \cdot m}{N}$$

$$i = 1 + \frac{(v-n) \cdot m}{N}$$

u per unit:  $\rho = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ cm}}$



1 gr. electron has 1 e

within  $10^{-3}$  gr. is 1 cm

$= 10^3 \cdot 7 \cdot 20^{23} \text{ dr.}$

$\mu = 10^3 \cdot 7 \cdot 20^{23} \cdot 10^{-20} \cdot (u+v)\alpha$

96.500.

$\frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ cm}}$



$\frac{10^{630}}{10^4 \text{ Volt}}$

$= 10^5 \text{ cm.}$

$\mu = 7 \cdot 10^{23} (u+v)\alpha$

$\frac{\mu}{\mu_0} = 7 \cdot 10^5 (u+v)\alpha$

Dysocj. elektryczna analogiczna z pewnym stopniem do dys. gazów

135

Mulsiemy n.p.  $N_2O_4 = NO_2 + NO_2$

$$J_L = J + J$$

Isk tóg:  ~~$\ln \frac{NO_2}{N_2O_4} = \ln \frac{NO_2}{N_2O_4}$~~

$$KCl = K + Cl$$

$$v_1 = -1 \quad v_2 = 1 \quad v_3 = 1$$

$$v_1 + v_2 + v_3 = 1$$

Gdyby to był gaz to odpowiednia formułka:  $\frac{h_2 h_3}{h_1} = D \left( \frac{T}{P} \right) c^{\frac{1}{2}}$

ale przy danym temperaturze:  $\frac{h_2 h_3}{h_1} = \text{const}$

Teraz: uogólniamy analogię zarówno z gazami, \* coś nowego omył i inne

Nie jeżeli nie będzie się też stosować ta sama formułka  $\frac{h_2 h_3}{h_1} = \text{const}$ ,

Co jest efekt przydatny przykład gęstościowego chemicznego prawa dźwigni mas (Guldberg & Waage).

Intej  $h_2 = h_3 = \alpha \frac{N}{N_0} = \alpha \frac{N}{N_0}$    
  $h_1 = \left( \frac{N - N_0}{1 - \alpha} \right) \frac{N}{N_0}$    
  $\frac{N - N_0}{1 - \alpha} = \text{const}$

$\frac{N_0}{N - N_0} = \frac{\alpha^2 N^2}{N_0 N (1 - \alpha)}$    
  $\frac{N_0}{N - N_0} = \frac{\alpha^2 N}{1 - \alpha}$    
  $\frac{N_0}{N - N_0} = \frac{\alpha^2 N}{1 - \alpha} = \text{const}$

$$\frac{\alpha^2 N}{1 - \alpha} = \text{const}$$

albo także wyrażając  $V$  objętość zawierającą jedną gramolek.

$$V = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\alpha^2}{(1 - \alpha) V} = \text{const}$$

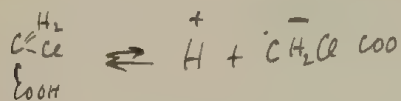
a ustalając  $\alpha = \frac{\mu}{\mu_0}$

$$\frac{\mu^2}{\mu_0 (\mu_0 - \mu) V} = \text{const} \quad (\text{Ostwald's Verdünnungsformel})$$

obliczamy sobie  $\text{const}$  z jednego doświadczenia, następnie

obliczamy  $\mu$  dla dowolnego stężenia ( $V$ )

N.p. has chloroacety



dry temp 14°:

$T$	$\mu$	$\frac{\mu}{\mu_0} = \alpha \text{ m.u.}$	observed $\alpha^V$
20	51.6	0.166	0.163
205	132	0.423	0.43
408	170	0.547	0.543
2060		0.806	0.801
4080		0.881	
10100		0.948	0.88
20700		0.963	0.944
$\infty$		1	0.971
			1

Lo pravo je tako zgodnji del, i pomeni jet svetli naloge zbirne.

Hogya dobnu zjedzajj szj kwasz <sup>i aszaj</sup> ~~st~~ <sup>marmarici opanian-</sup> stek, jaszj szlm i ntni dyssoyopane polni <sup>takia</sup> <sup>indoi orszj</sup> szlakai  
oroszisi storzi szta tui tylla  
do dnu ionowjch (polni azoda  
pidnowatice)

Wojółaka wskazuje świątynię zgodnie z tymi tymi z doświadczeniem i domniemaniem wartości dla  
teorii.

Čekam vaši čemu pošlji roba na istosivni št. dristat' toh odgovorijo na vseh št.

Takie inne close up H-Cost has misokory

Carriere : ciekawo JK mogłyby stopień dyplomacji O p 2 potrzebna propozycja dwubój:

42 l. H<sub>2</sub>O lab 436 l. C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH lab 512 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>CO  
wysk. metyl. Aceton

Nemot skozel se zdaj sin in to je tvoj svigra in steno! drizite, amni  
voda pod tvoj rogljavi tvoj nupitrici amni amni:

	$H_2O$	$HCOOH$	$CH_3OH$	$C_2H_5OH$	$(CH_3)_2CO$	$CO_2H$	$(C_2H_5)_2O$
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	81	58.5	33.2	23.0	20.7	4.9	4.4

$D = \left( \frac{m_0}{m} \right)^{-1}$  altjini fal  
 elektr. n. p.  
 u predietion 36 cm  
 $H_2O$  4  
 $\left( \frac{26}{4} \right)^2 = 81$

~~Agrow koncentracje~~

136

Wg. jędr  $v_1 = v_2 =$

$$E = \frac{0.0000866}{v} T \left( \lg \frac{P_1}{P_2} - \lg \frac{K_1}{K_2} \right) + \lg \frac{\alpha_1 K_1}{\alpha_2 K_2}$$

1. Zmierz  $\alpha$  p. p.

Chociaż 1 jako 2u stężony Edokstus  
2 Cu

zatem mierzenie  $\alpha$  jest to samo, jeżeli koncentracja ta sama

$2u / 2uSO_4 / Cu / Cu$  1.096 Volt

$2u (C_2H_3O_2)_2 / Cu (C_2H_3O_2)_2$  1.104 " z tego wynika

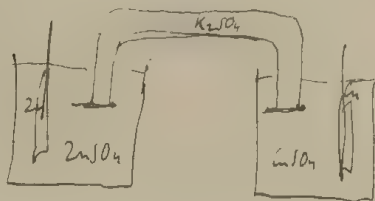
jeżeli się porówna  $n_1 =$  koncentracja  $2SO_4$  z równości  $CuSO_4$  to E musi się równać

$$n_1 \lg \frac{P_1}{P_2} = \frac{2}{273.0000866} = \frac{2}{0.027} = 84$$

wobec tego wynika, że koncentracja molowa

jeżeli np.  $n_1 : n_2 = 1 : 1000$  to wówczas  $\frac{3.2.3}{\#} = 7$  wobec 84  
= 90%

Moim zdaniem  $n_2$  tak ma być, że nawet nie się zmienia  
je  $Cu$  będzie - 2 hydru + digram



Wylawony  $CuSO_4$  i rozpuszczony w wodzie (do której można  
KCN aby wytrącić jony  $Cu$  =  $Cu(CN)_2$ )



Nierost Alomacy mechanicznie ~~pod~~ drucianymi ogniwo. na podł. tworzy osłony.  
 co najmniej osłony takie jak paski

sól się wyparowuje podobnie jak wosk paruje

Podobnie i metale tylko że ione przy tym poruszają się w elektrolizie mogą być ładunki dodatnie

np. Zn w roztworze  $H_2SO_4$

przy tym pierwsze metale ione "przebiegają" roztwór

Np. kawałek Fe wkładamy do  $CuSO_4$  : wydrze się Cu wypuści się Fe to otóż  
 zeta / musi mieć wpływ prądu w roztworze

Zn wypuści H

Np. Daniell :

Zn wykręca prąd w roztworze  $ZnSO_4$ , zaś Cu w  $CuSO_4$ ; zeta wysyła zeta + ione

to znaczy że mamy wydajność ionej soli -

Jaka drabina? typ?   
 Trasa która wykonana roztwór przy tym przepływie?

Wtedy jako prąd do  $\int p \, ds$

$$\int_1^2 p \, ds = H T \log \frac{p_1}{p_2} = \frac{w}{25} \cdot 96540 \cdot 10^{-1} \cdot E$$

$$V = n H T$$

$$V = H T, \quad v = \text{długość trasy} \cdot \text{prędkość}$$

$$H = 8.22 \cdot 10^7$$

$$E = \frac{8.22 \cdot 10^7 \cdot 10^{-8}}{96540 \cdot 10^{-1} \cdot w} T \log \frac{p_1}{p_2} = 0.0000866 \frac{T}{w} \log \frac{p_1}{p_2} \text{ (Volt)}$$

$$= 0.0002 \frac{T}{w} \log \frac{p_1}{p_2} \text{ (Volt)}$$

Wzrost ogniw Daniella

$$E_1 = M_1 / M_2 S$$

$$E_2 = M_1 S / M_2 S \quad \text{budowa nie ma znaczenia}$$

$$E_3 = M_2 S / M_3$$

$$E = 0.0000866 T \left[ \frac{1}{w_1} \log \frac{p_1}{p_1} - \frac{1}{w_2} \log \frac{p_2}{p_2} \right]$$

Można podać prąd w roztworze

Kombinacja tuż wina między odpowiednio wziętymi mianami stężenia masy  
 wodoru P - przy czym zgodnie z tymi stężeniami wziętymi przy obliczeniach  
 Gracjanina bierze się do wzięcia wziętych zgodnie z tymi stężeniami  
 wziętych obliczeń  $P_H = 0.223 \cdot 10^{-32}$

woda:		P	2 typ	$H_2 = 0.0002 \frac{I}{P}$	Wartość	2 typ	35 p. 291
Hg	2	$0.115 \cdot 10^{94}$	+ 1.239	+ 1.491 (?)	252	Wziętym zinn	
Zn	2	$1.786 \cdot 10^{19}$	0.524	+ 0.770	2.46		
Ca	2	$0.599 \cdot 10^7$	0.162	+ 0.420	15.8		
Fe	2	$1.068 \cdot 10^4$	0.093	0.340			
Pb	2	$1.950 \cdot 10^{-2}$	- 0.080	0.148			
Cu	2	$2.228 \cdot 10^{-19}$	- 0.580	H=0			
Hg	1	$0.223 \cdot 10^{-32}$	- 0.980	- 0.0329			
Ag	1	$0.223 \cdot 10^{-33}$	- 1.055	0.750			
PA			- 1.140	- 0.771			
				- 0.863			

2 typ w - stężenia mianu bezpodważnie E dla kombinacji dwóch między w odpowiednim  
 wodorach (np. normalnych)

$$\begin{array}{r} \text{Kp. Zn - Cu} \\ 0.524 \\ 0.580 \\ \hline 1.104 \end{array}$$

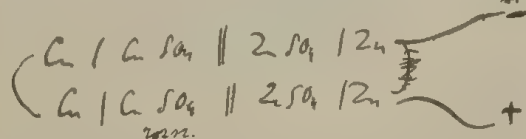
$$\begin{array}{r} \text{Ca - Hg} \\ 0.162 \\ 0.980 \\ \hline 1.142 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Zn - Hg (Clark)} \\ 0.524 \\ 0.980 \\ \hline 1.504 \\ \text{podstawia 1.434} \end{array}$$

~~Wziętym zinn~~

~~Wziętym zinn~~

Wziętym zinn ot kombinacji wziętym zinn

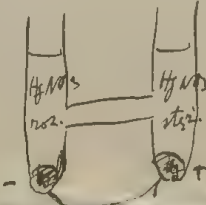


Wziętym zinn stężenia wziętym zinn  
 gdy np. Ca reszta to

$$\text{wziętym zinn} = 0.0002 \frac{H}{H_2}$$

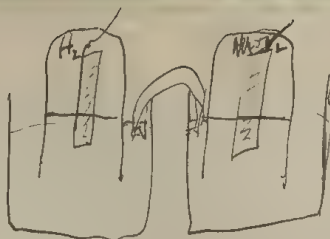
Wziętym zinn

Wziętym zinn



Wziętym zinn kombinacji wziętym zinn  
 wziętym zinn wziętym zinn

Ogniwę gorące n.p.



w jednym  $H_2$   
 w drugim  $H_2$  z  $SO_4^{2-}$   $H_2$   
 w trzecim takie tylko koncentracje  
 z wodnym  $H_2SO_4$ .

lepiej jeżeli Pt - anoda

Tępy rodzaj  $H_2 - O_2$  1.08V przy ciśnieniu atmosf., miedzi  
 w istocie elektrolitu. Trzeba się z tym mierzyć. W zgodności z teorią  
 Wzrost kładzie pewne zmiany jeżeli uda się zredukować stąd już na różne mierzono.  
 Problem Ostrowskiego = elekt. z wgl.

Albo wprz. albo też ogniwę gorące (gas) (powietrze)

Ogniwę miętne = takie gdzie wogóle prądy polaryzacja

$Zn | H_2SO_4 | Pt$  wzdłuż  $H_2$  który w obrótym kierunku dookoła  
 Tak samo przy elektrolizie

Zagadnienie można tłumaczyć np. przez dostawanie odpowiednich dysolucyj

Np.  $HNO_3$  albo  $H_2CO_3$

palenie  $MnO_2$  (Mnustina) Np.  $Zn | NH_4Cl | MnO_2 | C$  (Zachanicki)  
 lub  $PbO_2$

$Pb | H_2SO_4 | PbO_2$  Akumulatory



Nobisjan:  $PbO + H_2 = Pb + H_2O$   $PbO + O = PbO_2$

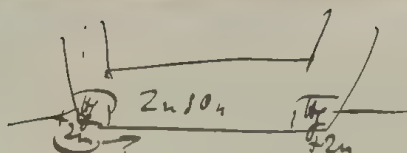
Strata energii około 15% głównie wskutek niepełnej koncentracji

Plank 1859-1879

Temperatura 1859

można inni fluoracy to o inny sposób

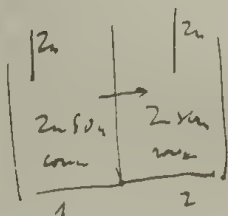
Analysen



$$B = 0.0000866 \quad T \lg \frac{c_2}{c_1}$$

	c	c <sub>1</sub>	B m	h <sub>2</sub>	T
ZnSO <sub>4</sub>	0.00336	0.000413	0.0410	0.0419	11.6
	228	668	445	774	12.4
		"	519	526	60.0°
CuSO <sub>4</sub>	0.000387	0.000587	0.0176	0.0181	17.3

Elektronen mit negativem Ladungssinn, die sich in der Lösung befinden:



$$= \lg \frac{P}{k_1} - \lg \frac{P}{k_2} +$$

$$\text{für ein Teil (90.504)!} = m \lg \frac{k_1}{k_2} + (1-m) \lg \frac{k_2}{k_1}$$

1 Gramm in der Lösung

$$= (2m-1) \lg \frac{k_1}{k_2} =$$

$$= \left( \frac{2u}{u+v} - 1 \right) \lg \frac{k_1}{k_2} = \frac{u-v}{u+v} \lg \frac{k_1}{k_2}$$

$$\alpha \left( \lg \frac{k_2}{k_1} - \frac{u-v}{u+v} \lg \frac{k_2}{k_1} \right)$$

§16). In den vorhergehenden Abschnitten haben wir eine Reihe von Folgerungen abgeleitet, welche





$$\delta\phi = \cancel{M} dx + \cancel{N} dP = \frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{\partial u}{\partial P} dP + A_P \frac{\partial v}{\partial x} dx + \cancel{A_P \frac{\partial v}{\partial P} dP}$$

$$\cancel{M = T \frac{\partial f}{\partial x}} \quad \cancel{N = T \frac{\partial f}{\partial P} = T \lambda}$$

$$\downarrow$$

$$(s-b)$$

$$\frac{\partial f}{\partial P} = \frac{\partial f}{\partial x} \frac{dx}{dP} + \frac{\partial f}{\partial T} \frac{dT}{dP}$$

$$\delta\phi = \cancel{n} dx + \cancel{T} dP \left[ \frac{n}{T} \frac{dx}{dT} + \left( \frac{c}{T} - \frac{x n}{T^2} \right) \frac{dT}{dP} \right]$$

$$\frac{M}{T} = \frac{\partial f}{\partial x} \quad \frac{N}{T} = \frac{\partial f}{\partial P}$$

$$M = \frac{\partial u}{\partial x} + A_P (1-b) = T \frac{\partial f}{\partial x}$$

$$N = \frac{\partial u}{\partial P} = T \frac{\partial f}{\partial P}$$

$$A(s-b) = \frac{dT}{dP} \frac{M}{T} -$$

$$\frac{x(H-C) + C}{\frac{dP}{dT}}$$

$$r = A T \frac{dy}{dt} s$$

$$r_{y,s} = r_{y,z} - r_{y,T} \frac{dy}{dt}$$

$$\frac{1}{s} \frac{ds}{dt} = \frac{1}{z} \frac{dz}{dt} - \frac{1}{T} - \frac{1}{dy} \frac{dy}{dt}$$

$$\begin{array}{r} 311 \\ 760 \cdot 7.234 \\ \hline 16117 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8808 \\ 2085 \\ \hline 0893 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4928 \\ 0892 \\ \hline 4035 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9.3.38 \\ \hline 600.42.10^6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9.1.0.001493 \\ \hline 760 \end{array} \quad 600.42.10^6$$

$$\begin{array}{r} 9.5.699.42.10^6 \\ \hline 9.1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57.42 \\ 228 \\ \hline 239 \end{array}$$

$$dw = 42.0462$$

$$\begin{array}{r} 1848 \\ 924 \\ \hline 194 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.3 \\ 0.23 \\ \hline 0.53 - 0.23 \end{array}$$

$$0.2358$$

$$\begin{array}{r} 0.7.0.6.530 \\ \hline 760 \end{array}$$

$$R \frac{dT}{dt} - R \frac{1}{T} \frac{dT}{dt}$$

$$\left[ C_1 + \frac{r}{T} \frac{dT}{dt} \right] 0.62 + A \frac{R}{T} \frac{dT}{dt} \approx 0$$

$$u = \frac{R}{T}$$

# Podrozszenie

Barnewskiego (dotyczy niżej)

Ludwik Ferd.

Bzyskowski

X

III

okupend  
420K  
dotychczas

+ Gabciniel i cmentki  
3 roz. przynosię

zool.

4 celuj.

2 cel 1 mak

10 cel. 1 mak.

5 cel 2 mak

(Murbauum prind. prony no inginiu)

H-C

H

$\frac{dr}{dt}$

$A \frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{d}{dt}$

$\frac{dr}{dt} = \frac{r}{t}$

$r = AT \frac{d}{dt}$

$AT = \frac{r}{\frac{dr}{dt}}$

Tę samą sprawę ulega się n.p. w chemii do destylowania różnych substancji, które przy wyższej temperaturze rosną się rozkładają

Odwrotnie przez przepuszczenie pary ulega się do temp. Kondensacji.

Zastosowanie w meteorologii Jak tłumy się dowie? (Galton)

Gas będący w stygłości z cieplem tyle pary pochłonię jak gdyby było powietrze.

Jedną więcej parę ~~to się~~ niż wstąpił odpowiadając temperaturze, to nastąpi Kondensacja -  
tyle H<sub>2</sub>O ze wzięciem odpowiadającego pary

Np. powietrze 0° może zawierać się do 4.5 mm H<sub>2</sub>O

Gas mieszane  $P = p_1 + p_2$   $p_1 v_1 = R_1 \theta$   $v_1 = \frac{1}{p_1} = \frac{V}{m_1}$   
 ~~$V = R_1$~~   $p_2 v_2 = R_2 \theta$   $v_2 = \frac{1}{p_2} = \frac{V}{m_2}$

~~$V = R_1$~~   
$$p = \frac{R_1 m_1 + R_2 m_2}{V} \theta = \left( \frac{R_1}{p_1} + \frac{R_2}{p_2} \right) \theta$$

Np.  $p = 760$   $R_1 \sim \frac{1}{18}$   
 $p_1 = 4.5$   $R_2 \sim \frac{1}{29}$   
 $p_2 = 755.5$   $\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{R_2 p_1}{R_1 p_2}$

O<sub>2</sub> 32  
N<sub>2</sub> 28

$$= \frac{18}{29} \cdot \frac{4.5}{755.5} = \frac{4.5}{11795} = 0.37\%$$

II. Dajemy na to iż nastąpiła <sup>zwiększenie</sup> mieszanie Np. nasycone wilgotne par. 50° i 150°

powstanie 10°? Co najwyżej mogły zatać się skondensować:

~~$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{R_2 p_1}{R_1 p_2} \quad \frac{p_1 + p_2}{p_2} = \frac{R_1 p_2 + R_2 p_1}{R_1 p_2} \quad \frac{p_2}{p} = \frac{R_1 p_2}{R_1 p_2 + R_2 p_1}$$~~

~~$$p_1 + p_2 = p \left( \frac{R_1 p_2}{R_1 p_2 + R_2 p_1} + \frac{R_2 p_1}{R_1 p_2 + R_2 p_1} \right)$$~~  
$$p_2 = 0.00037 \cdot 0.00129$$
  
$$48 \text{ gr na } 1 \text{ m}^3$$
  
względnie tak się skondensuje



$$P_{15} = 12.7$$

$$P_5 = 6.5$$

$$\frac{19.2}{19.2}$$

$$P_{10} = 9.1$$

$$\Delta t$$

$$C_{\text{pow}}(t-10) = \eta \frac{(19.2 - 2P)}{760} \cdot 0.62$$

$$= \frac{537}{760} \cdot 0.62 \left( 1 - \frac{2\Delta P}{\Delta T} \right)$$

$$\Delta T = \frac{537 \cdot 0.62}{1.4 \cdot \frac{537}{760} \cdot 0.62 + C}$$

$$= \frac{1}{1.4 + \frac{760 \cdot 0.62}{537 \cdot 0.62}}$$

$$= \frac{1}{1.4 + 1}$$

$$= \frac{1}{2.4}$$

$$\Delta P = 0.35$$

$19.2 - 18.2 = \frac{1.0}{1.0}$  więc kondensacja będzie mniejsza bo około

$$\frac{10 \cdot 0.62}{760} \cdot 0.62 \cdot 0.00129 \text{ gr na } 1 \text{ cm}^3$$

$$= \text{około } 0.00129 \text{ gr na } 1 \text{ cm}^3$$

Ekspansja na  $1 \text{ cm}^2$  wynosi 1 kg (zatem  $1 \text{ m}^3$  powietrza) więc gdyby cała

$$\frac{P_{15} + P_5}{2} = P$$

$$e(10 - \Delta t) + \frac{P_{15} + P_5}{2} = 0$$

$$e(10 - \Delta t) + \frac{P_{15} + P_5}{2} = 0$$

atmosfera w ten sposób mogłaby osiągnąć to by dopiero po czasie 10 min

$\Delta t = 0.5 \cdot 10 = 5$  więc w rzeczywistości przy grubości chmury 1 km minimum 10 min

II. Tym czasem rozprężenie adiabotyczne

$$Q \text{ przy rozprężaniu adiab.: } = \frac{R \theta_0}{k-1} \left[ 1 - \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] = p dx$$

Np. podniesienie się warstwy gazu o 100 km ciśnienie 100 mm

$$\frac{R \theta_0}{k-1} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{100}{760} \right)^{\frac{2}{7}} \right] = R \theta_0 \frac{2}{7} \frac{100}{760}$$

$$dx = \frac{100}{0.00129 \cdot 7 \cdot 760 \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 537} = \frac{1}{80} \text{ gr. pro } 1 \text{ gr. powietrza}$$

$$10^6 : 314 = 292$$

$$\frac{862.273}{366}$$

$$1534 : 366 = 419$$

$$\frac{198}{221} : 127.6 = 173$$

$$\left(\frac{273}{366}\right)^2 = \frac{273^2}{366^2}$$

$$\left(\frac{91}{122}\right)^2 = \frac{91^2}{122^2}$$

$$\frac{69}{124} \cdot 139$$

$$69 : 124$$

$$\frac{69 \cdot 273}{124 \cdot 31}$$

$$\frac{68.70}{15}$$

$$476 : 15 = 31.73$$

2. 4. 6. 8.

$$\begin{aligned} dU &= \frac{\partial U}{\partial T} dT + \frac{\partial U}{\partial v} dv \\ &= C_v dT + \left[ C_p + A \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right) \right] dT + \left[ A T \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right) - A v \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right) \right] dv \\ &= C_v dT + \left[ C_p - A v \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right) \right] dT + \left[ -A T \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right) - A v \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right) \right] dv \\ &= C_p dT - A T \frac{\partial v}{\partial T} - A v dv \end{aligned}$$

obricenie temperature:  $\frac{\theta_1}{\theta_0} = \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1}$

$\theta_1 - \theta_0 = \theta_0 \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1} \right]$

Praca vykonana pri  $p_0$ :  $\frac{p_0 v_0}{k-1} \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1} \right] = \frac{p_1 v_1}{k-1} \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1} \right]$

tohoto prazivno na praz rovnice:  $p_1(v_1 - v_0) = p_1 v_1 \left[ 1 - \frac{v_0}{v_1} \right]$

cezivno na ~~energii kineticku~~ ~~energii kineticku~~ ~~energii kineticku~~:  $\frac{1}{2} p_1 v_1 \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1} \right] = \frac{1}{2} p_0 v_0 \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1} \right]$

$C_p - C_v = \frac{R}{k-1}$

$\frac{p_1 v_1}{k-1} \left[ 1 - \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1} - (k+1) \left(1 - \frac{v_0}{v_1}\right) \right]$

$= \frac{p_1 v_1}{k-1} [2 - k - v]$

$\frac{v_0}{v_1} = 1 + \Delta$

$\frac{p_1 v_1}{k-1} [1 - (1 + (k-1)\Delta + \dots) + (k-1)\Delta]$

$\gamma = \frac{1.4}{1.0} = 1.4$

$\gamma = 1.4$

$\frac{1.4}{1.0} = 1.4$

Wiele <sup>na 1 HP</sup> maszyn parowych zjadłooby gęsty gazoline doskonała

1 g. C ... 8.000 cal.

$$\begin{array}{r} 736 : 42 = 175 \\ 3 \cdot 6 \\ 22 \end{array}$$

$$1 \text{ HP} = \frac{736 \cdot 10^7}{42 \cdot 10^6} = 175 \text{ cal}$$

$$\frac{175}{8.000} \cdot 60 \cdot 60 \text{ na godzinę} = \frac{175 \cdot 36}{80} = \frac{351}{8} \approx 43.875 \text{ cal}$$

waga na dzień tylko  $\frac{75}{158} \text{ kg}$  1-9 kg węgla | <sup>oś wiatrak chłodzący</sup> podłoga:

Jednostka <sup>n. j. kg ilość</sup> miedzi na czarnie

$$X = \frac{g \cdot m \cdot a^2}{r^2}$$

$$m \frac{v^2}{2} = g m \frac{a^2}{2}$$

$$v^2 = 2g \frac{a^2}{a} = 2ga$$

$$v = \sqrt{2ga} = 10 \text{ km} = 10^6$$

$$\varepsilon = m \cdot \frac{10^{12}}{2}$$

$$\text{opiera się do temperatury} : \frac{\varepsilon}{c \cdot m} = \frac{1}{c} \frac{10^{12}}{2 \cdot 42 \cdot 10^6} = \frac{10^6}{9 \cdot 2} = 10^5$$

$$C \text{ ilość} = 0.11$$

Stwierdzenie <sup>o</sup> do ponowu ilości

$$v = 500 \text{ m} = 5 \cdot 10^4$$

$$\theta = \frac{25 \cdot 10^8}{2 \cdot 42 \cdot 10^6 \cdot 0.11} = \frac{25 \cdot 10^2}{9 \cdot 2} = 270^\circ \text{C}$$

Stwierdzenie kule  $c = 0.032$

$$\text{punkt topnienia} : \theta = 326$$

Rokospad, temperatura?

$$H_f = 0.034$$

podues jdy wide ognewatdy zis 0 424 m no 10

$$\text{to retje } 424 \cdot 0.034 = 14$$

$$\text{no } 14 \text{ m } 0.10 \quad (\text{driviedu!})$$

$$m \frac{dx}{dt} = -\frac{a}{x^2}$$

$$m \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 = +\frac{a}{x} + C$$

$$m \frac{dx}{\sqrt{\frac{a}{x} + C}} = dt$$

$$\frac{1}{x} = y$$

$$x = \frac{1}{y} \quad dx = -\frac{1}{y^2} dy$$

$$\frac{dy}{y^2 \sqrt{y + \beta}} =$$

$$1m = \frac{2R}{2}$$

$$z = 10^7 \cdot \frac{2}{R}$$

$$2 : 3 \frac{1}{7} m$$

$$\frac{(y-c)^2}{\sqrt{y}} dy = 2 : \frac{22}{7} =$$

$$= \frac{11}{11} = 636$$

$$z = 6.360 \text{ km}$$

Jisili meton spada 20 zomij

$$\frac{1}{x} = y$$

$$m \frac{dx}{dt} = -m \frac{k}{x^2}$$

$$m \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 = +\frac{2k}{x} + \text{const}$$

$$\text{Jisili } = 0 \text{ dlo } x = \infty$$

$$mg = 2 = \frac{1}{2} z : \frac{1}{x^2}$$

$$z = mg \frac{x^2}{x^2}$$

$$k = g x^2$$

$$= 9.8 \cdot [6.360]^2$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{k}{\sqrt{x}}$$

$$\sqrt{x} dx = k dt$$

$$\frac{2}{3} \sqrt{x^3} = k t + \text{const}$$

$$T = \sqrt{\frac{9.8 \cdot [6.360]^2}{1000}} = \sqrt{\frac{6.213 \cdot 10^5}{124100100100}} = 14 \text{ km/sec}$$



Stosunek:  $M = 2 \cdot 10^{33} \text{ g}$  |  $\rho = 6.9 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  |  $\frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho = \frac{4}{3} \cdot 56 \cdot 10^7 \cdot 2 \cdot 100$   
 $[6.36 \cdot 10^6]^2$

$$G = \frac{2 \cdot 10^{33} \cdot 980 \cdot (6.36)^2 \cdot 10^{12}}{\frac{8}{3} \cdot 56 \cdot (6.36)^2 \cdot 10^{19} \cdot (6.9)^2 \cdot 10^{20} \cdot 10^2} = \frac{6 \cdot 10^4}{8 \cdot 56 \cdot (6.9)^2} \cdot 980$$

$$\frac{3}{4 \cdot 56 \cdot 50} = \frac{1}{18 \cdot 200} = \frac{10000}{3600} = 27$$

Intencja podległa na skutek grawitacji 27 razy tyle jak na Ziemi

$$G = 27 \cdot g$$

$$\rho = m \cdot G \cdot A = m \cdot 27 \cdot 980 \cdot 6.9 \cdot 10^{10} = \frac{27 \cdot 10}{42 \cdot 10^6}$$

$$= m \cdot 9 \cdot 47 \cdot 69 \cdot 10^5 = m \cdot 63 \cdot 69 = m \cdot 43 \cdot 10^6$$

Wyprzedzanie w czasie ruchu:  $4 \cdot 10^{33} \text{ g}$

U masę grawitacyjną



$$M \int_0^a \frac{1}{r^2} dr = \frac{M}{2} \frac{1}{a} = \frac{M}{2} \frac{1}{a}$$

$$\frac{M m k}{R} = m G$$

$$\frac{1}{2} m \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \frac{-m k}{x} = \text{const}$$

$E_{\text{kin}} \quad E_{\text{pot.}}$

$$dW =$$

$$\frac{p_0}{\rho_0}$$

$$20 \log \frac{p}{p_0} = \frac{1}{2} v^2$$



Prognostická se vodní: Stmekt objektivu jsou do vody:

$$\rho = \text{CO}_2 \quad 150 \quad 1002$$

$$\text{NH}_4: \quad 727$$

$$v_0 = \rho \cdot V \frac{p}{p_0}$$

vše příkl. 1: vzájemně vzhledu přes p.

$$\rho = \rho_0$$

$$W = \int p \, ds$$

$$= \frac{\rho V}{p_0} \int p \, dp$$

$$= \frac{\rho V}{2} \frac{p^2 - p_0^2}{p_0^2}$$

10. Atm.

1 cm<sup>3</sup> vody zmrzl 10 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>

$$Q = \frac{76.15.6.880.10}{42.10^6}$$

$$= \frac{1}{4} \text{ cal}$$



$p_0$

$$\int_{p_0}^{p_1} p \, dv = \frac{v_0^k}{k} \int_{p_0}^{p_1} \frac{dp}{v^k} = \frac{v_0^k}{k-1} \left[ \frac{1}{v^{k-1}} \right]_{p_0}^{p_1}$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \left( \frac{v_0}{v_1} \right)^k$$

~~$$\frac{p_1}{p_0} = \left( \frac{v_0}{v_1} \right)^k$$~~

$$p_1 = V p_0 = \frac{V}{v_1} = \frac{V}{p_0 v_0} \left[ \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$\frac{p_0}{k-1} \left[ \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] A = Q = M(\theta_1 - \theta_0) c_v$$

$$p_2 V = R \theta_0 \quad M = p_2 V$$

$$\frac{p_1}{p_2} = R \theta_1 \quad \theta_1 : \theta_0 = p_1 : p_2$$

$$\theta_1 = \frac{p_1}{p_2} \theta_0$$

$$\frac{p_1 V}{p_0} \frac{R \theta_0}{k-1} \left[ \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] A = \frac{p_2 V}{R \theta_0} \theta_0 \left( \frac{p_1}{p_2} - 1 \right) c_v$$

$$A \frac{p_1}{k-1} \left[ \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{(p_1 - p_2)}{R} \frac{A}{k-1} \quad c_v = \frac{A R}{k-1}$$

$$\left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 1 + \frac{p_2 - p_0}{p_1}$$

$$= \frac{p_2}{p_1}$$

$$p_2 = p_1 \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

$$1 - \frac{1}{k} = \frac{z_y p_2 - z_y p_0}{z_y p_1 - z_y p_0}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{z_y p_0 - z_y p_2 + z_y p_1}{z_y p_1 - z_y p_0}$$

Thou<sub>2</sub> v. wpt<sub>2</sub>

$q_1$  ---  $T_1$  odd.

$q_2$  ---  $T_2$  poss.

$$q_1 - q_2 = q_1 - q_2$$

$$p_1 - p_1 = p_2 - p_2$$

$$q_1 > q_1$$

$$\downarrow$$
  

$$= q_2 + w = q_1$$

$$\frac{q_1 - q_2}{q_1}$$

$$\frac{q_1 - q_2}{q_1} < \frac{q_2 - p_2}{q_1}$$

$$x - \frac{p_2}{q_1} < x - \frac{p_1}{q_1}$$

$$\frac{q_2}{q_1} > \frac{q_1}{q_1}$$

Crypt v. p<sub>2</sub>

$q_1$  ---  $T_1$  poss.

$q_2$  ---  $T_2$  odd.

$$q_2 - q_2 \leq 0$$

$$q_2 < q_2$$

$$q_1 < q_1$$

~~poss.~~ odd.  $q_1 - q_1$  ---  $T_1$

poss.  $q_2 - q_2$  ---  $T_2$

25

35

Wiele razy poturko (minier) ob wytrasy? ~~1/2~~ 1/2 przydaje powietrze?

$$\cancel{\varphi_1 = \varphi_2} \quad \varphi_1 : \varphi_2 = T_1 : T_2$$

раса:  $\varphi_1 - \varphi_2$

zinnio cytron one per temp. 72° F.

$$T_2 = -190 = 83$$

$$\varphi_2 = (\varphi_1 - \varphi_2) \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad T_1 = 283^\circ$$

$$\phi_1 - \phi_2 = \phi_2 \cdot \frac{200}{83} \quad \neq \quad \cancel{\phi_2} \neq 2.4 \phi_2$$

Golyby in ytrocarbo zinno tunc -10° n.f. pure rep. ad ch.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_2 \cdot \frac{20}{263} = \frac{1}{13} \varphi_2$$

20th tokin vinnu velle tan'ge, bo tykho 30 to reg' ti pny

mechanical work

$$C_v = 0.1684$$

$$\frac{383}{18} = 21 \frac{2}{3}$$

$Q_2 = 34$  col a quita tipo jume oxido condensaci

1 alla tipo primitivo Troncone di

$$n = \frac{T}{\mu} \cdot 15 = \frac{83.15}{30} = 40$$

cca 50

found the

$$= \frac{4}{0.063} = 60$$

2 coloni viz ca 84 col poje



$$84.42.10^6 \cdot 2.4 = \text{praca potrzebna po gr.}$$

Masy 3 koniowa wytworzone kół ~~1 kg~~ 1 kg  
podany

to jest aby na podany wytworzyć 1 kg potrzebny drzewo

$$\frac{84.42.10^6 \cdot 2.4 \cdot 10^3}{60.60.75.10^5 \cdot 10^3} = \frac{42^2 \cdot 4.8 \cdot 10^9}{4500 \cdot 10^8 \cdot 60} = \frac{42.48.45}{48.10.60} = \frac{18}{60} = 0.3$$

Wise nieprzebiega masya tylko  $\frac{1}{10}$  wydajności tworzenia!

1 kg konyi kół 6 ct.

Jedn. się chce użyć tego jako źródła energii mechanicznej, zdolności strąty.

~~Wtedy~~ Takie użycie do oświetlenia niepraktyczne jeżeli nie chodzi o niską temp.  
(masya ammontakowa itp.)  
wtedy tego co przedtem powiedziano. Wzrost główni ~~was~~ mechanicznej.

Skł. węglak praktyczny o drzewie  $N_2 \dots O_2$

Węglak Ewinga

Porównaj  $O_2 \dots - 182$

Procenta drzew ni wyprawianij:

$N_2 \dots - 194$

100%

23.7

50%

37.5

20

60

10

77

$$H_2: \vartheta = -146^\circ$$

$$n = 34 \text{ Atm}$$

$$f = 0.4$$

$$O_2: \vartheta = -118^\circ$$

$$n = 50.4 \text{ Atm}$$

$$f = 0.62$$

$$CO_2: \vartheta = 31.6^\circ$$

$$n = 73$$

$$f = 0.46$$

$$H_2: \vartheta = -240^\circ \quad \left. \begin{array}{l} \text{Hence with} \\ n = 13.3 \\ f = 0.027 \end{array} \right\}$$

$$n = 13.3$$

$$f = 0.027$$

$$H_2O: \vartheta = 360^\circ$$

$$n = 195$$

$$f = 0.208$$

$$(C_2H_5)_2O \quad 194$$

$$35.6$$

$$0.26$$

$$T_c(T_1 - T_2) = \left( \frac{2a}{RT_2} - b \right) (p_1 - p_2)$$

Concentration given  $v_0 = 1$

$$a = 0.002812$$

$$b = 0.001976$$

$CO_2$

$$a = 0.0085$$

$$b = 0.0023$$

$$c_f = 0.095$$

Div. Jacob - Thun:

$n_1 - n_2 = 1 \text{ Atm}$

T	for	$CO_2$
$0^\circ$	0.276	1.391

39.5	0.224	
------	-------	--

54.0		0.883
------	--	-------

92.8	0.152	
------	-------	--

95.5		0.643
------	--	-------

$$f = 0.276 \left( \frac{273}{T} \right)^{-1}$$

$$1.391 \quad \dots$$

$$\frac{dP}{dt} = 370$$

$$\left(\frac{\partial \sigma}{\partial T}\right)_{T=100} = -0.00080$$

$$C_p = 1.013$$

$$C = 1.01274$$

$$80^\circ$$

$$90^\circ$$

$$100^\circ$$

$$110^\circ$$

$$h_{12}$$

$$354.61$$

$$525.45$$

$$760.00$$

$$1073.5$$

$$548$$

$$274.62 \cdot 17.6 \text{ ppm}$$

$$\frac{82}{16}$$

$$372.00$$

$$\frac{dP}{dt} = -0.00733 \text{ mm Hg}$$

$$\alpha_{\text{H}_2\text{O}} = -0.000061$$

$$C_p = 1$$

$$C_k = 0.953$$

$$\alpha_{\text{H}_2\text{O}} = 0.000166$$

$$C_p = 0.480$$

$$C_k = 0.531$$

$$N_2: \theta = 127^\circ$$

$$r = 34 \cdot 10^6$$

$$\delta = 0.4$$

$$p = 0.001256$$

$$O_2: \theta = 155^\circ$$

$$r = 50.4 \cdot 10^6$$

$$\delta = 0.62$$

$$p = 0.001430$$

$$R = \frac{76.136 \cdot 980}{273 \cdot 0.001256} = 292 \cdot 10^6$$

$$\begin{array}{r} 952 \\ 816 \\ \hline 10336 \cdot 980 = 1006 \cdot 10^6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1256.273 \\ 2512 \\ 8792 \\ 2768 \\ \hline 3429 \end{array}$$

$$\frac{p_k}{RT_k} = \frac{1}{82}$$

$$b = \frac{RT_k}{8p_k} = \frac{292 \cdot 10^6 \cdot 127}{8 \cdot 34 \cdot 10^6}$$

$$= \frac{0.43 \cdot 127}{68 \cdot 889} = \frac{381}{9271} \cdot 68 = 1.36 = b_{N_2}$$

CSJ

$$v_k = \frac{r}{\delta} = 2.5$$

$$\delta_k = \frac{r}{v_k} = 13.6$$

justi  $v_0 = 1$

$$\text{da } b = 1.36 \cdot 0.001256 = 0.0017 \quad \left\{ \begin{array}{l} v_0 = 1 \\ p_0 = 1 \end{array} \right.$$

$$a = \frac{27 \cdot b \cdot RT_k}{8} = \frac{27 \cdot 1.36 \cdot 292 \cdot 10^6 \cdot 127}{8} = \frac{27 \cdot 189}{459} = \frac{292}{918} = \frac{413}{9} = 1.7 \cdot 10^9 \text{ CSS}$$

$$= 1.7 \cdot 10^9 \text{ CSS}$$

$$a = 0.00268$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_0 = 1 \\ p_0 = 1 \end{array} \right.$$

$$\frac{155.24}{127.50}$$

$$0.000125 \cdot 0.000126$$

$$\begin{array}{r} 1575 \cdot 10^6 \\ 1103.17 \\ \hline 268 \cdot 10^{-1} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1540 \cdot 127 = 195580 \\ 268 \\ \hline 938 \\ 1702 \end{array}$$

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dt} = \frac{1}{T^2} - \frac{c}{T}$$

$$P = 760.13.6.980$$

$$T = 373$$

$$\frac{2795}{2408} = 1.1606$$

$$2795 : 373 = 7.49$$

$$\frac{184}{35}$$

$$744 : 373 = 2 \left[ \frac{1.1606}{373} \right]$$

$$= 2.00$$

$$7.49$$

$$- 7.87$$

$$3.62 : 373 = 1 - \frac{11}{373}$$

$$1 - \frac{1}{33}$$

$$= 0.97 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{dP}{dt} = 2.00 \cdot 10^6$$

$$0.97 \cdot 10^4 = 97000 \text{ (ess)}$$

Angjurmja dle porietua

$$\begin{cases} a = 0.00281 \\ b = 0.00198 \end{cases} \begin{cases} v_0 = 1 \\ p_0 = 1 \end{cases}$$

$$\Delta T = \left( \frac{29}{RT_L} - b \right) (1 - p_0)$$

Ma

$$c_f = 0.2356$$

$$(J) = \frac{42 \cdot 10^6 \cdot 0.00129}{10^6} = \frac{546}{258}$$

$$\begin{array}{r} 546 \\ 258 \\ \hline 0.05418 \\ 6532 \\ \hline 10836 \\ 1625 \\ \hline 271 \\ 22 \\ \hline 0.01276 \end{array}$$

$$0.01276$$

$$\begin{array}{r} 562 \\ 198 \\ \hline 0.00364 : 0.01276 = 0.286 \\ 109 \\ 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1124 \\ 393 \\ \hline 1534 : 312 = 490 \\ 282 \\ \hline 292 : 1276 = 0.229 \\ 37 \\ 12 \end{array}$$



Proces mrazdy temp  $t_1$  i  $t_2$ :

1). ~~Wzrost~~ ~~Przejm~~ ~~Przejm~~ w temp  $t_1$  przy ciśnieniu  $P$

~~$\phi_1 = n_1(x_2 - x_1)$~~  przy umiarkowanej:  ~~$s_1(x_2 - x_1)P$~~

2). Tęże intensywny system tak że para węgla nasyconego i stały stężenie  $x_2$  w temp  $t_2$

Tęże węgla:  $[x_2 H + (1 - x_2) C] (t_2 - t_1)$

3). Tęże skroplony \* w  $x_1$ :

$$\phi_2 = n_2(x_2 - x_1)$$

4). Tęże ~~prze~~ ~~prze~~ ~~prze~~ w temp  $t_1$ :

$$\phi = [x_1 H + (1 - x_1) C] (t_2 - t_1)$$

para:  $s_2(x_2 - x_1) P_2$

para:  $x_1 \int \frac{P_1}{P_2} d...$

$$\leq \frac{d\phi}{T} = 0$$

$$+ s_1 x_1 \int \frac{P_1}{P_2} d...$$

$$I). A [s_1(x_2 - x_1) P_1 - s_2(x_2 - x_1) P_2] = (n_1 - n_2)(x_2 - x_1) + (t_2 - t_1)(x_2 - x_1)(H - C)$$

$$A (s_1 P_1 - s_2 P_2) = n_1 - n_2 + (t_2 - t_1)(H - C)$$

$$II). \frac{n_1(x_2 - x_1)}{T_1} - \frac{n_2(x_2 - x_1)}{T_2} + \int_{t_1}^{t_2} \frac{H x_2 + C(1 - x_2) - [H x_1 + C(1 - x_1)]}{t} dt = 0$$

$$\frac{n_1}{T_1} - \frac{n_2}{T_2} + (H - C) \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = 0$$

$$d\left(\frac{n}{T}\right) + (H - C) \frac{dT}{T} = 0$$

$$\frac{H - C}{T} = - \frac{d\left(\frac{n}{T}\right)}{dT} = \frac{1}{T} \frac{dn}{dn} - \frac{n}{T^2} \quad \text{wzgl. } \frac{dn}{dn} = 1$$





Wird Hydraulik benutzbar?

(long mixing time, constant velocity)

x =

$$m_2 = \frac{R_2}{v} = \frac{94 \cdot 0.62}{760} = 0.075$$

$$\ln x = \ln p_2 + \ln v - \ln R_2 - \ln T$$

$$\frac{dx}{x} = \frac{dp_2}{p_2} + \frac{dv}{v} - \frac{dT}{T}$$

$$c_v dT + A_p dv + \left( \frac{1}{p_2} \frac{dp_2}{dT} - \frac{1}{T} \right) dT + \left( \frac{1}{v} \frac{dv}{dT} - \frac{1}{T} \right) dT = 0$$

$$dT = - \frac{A_p + \frac{R_2}{p_2} x}{c_v + R_2 x \left( \frac{1}{p_2} \frac{dp_2}{dT} - \frac{1}{T} \right) - \frac{1}{T}} dv$$

$$= - \frac{\frac{10^6}{42.18} + 600 \cdot 94 \cdot 0.0019 \cdot 10^6}{0.1684 + 600 \cdot \left[ \frac{94 \cdot 0.62}{94} - \frac{1}{T} \right]}$$

$$0.1684 + 600 \cdot \left[ \frac{94 \cdot 0.62}{94} - \frac{1}{283} \right]$$

$$0.0667 - 0.035 = 0.0317$$

$$4518$$

$$7372$$

$$7924$$

$$-8808$$

$$4495$$

$$dT = -0.0647 dv$$

$$0.1684$$

$$0.2815$$

$$1644.0$$

$$6237$$

$$3768$$

$$7604$$

$$-8818$$

$$6412$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

$$60 \cdot 94 \cdot 0.62 \cdot 0.0019$$

$$4518$$

$$0.00576$$

$$0.238$$

$$0.0296$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

$$60 \cdot 94 \cdot 0.62 \cdot 0.0019$$

$$4518$$

$$4495$$

$$0.0296$$

$$0.238$$

$$0.00576$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

$$60 \cdot 94 \cdot 0.62 \cdot 0.0019$$

$$4518$$

$$4495$$

$$0.0296$$

$$0.238$$

$$0.00576$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

$$60 \cdot 94 \cdot 0.62 \cdot 0.0019$$

$$4518$$

$$4495$$

$$0.0296$$

$$0.238$$

$$0.00576$$

$$0.0296$$

$$0.238$$

$$0.00576$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

$$60 \cdot 94 \cdot 0.62 \cdot 0.0019$$

$$4518$$

$$4495$$

$$0.0296$$

$$0.238$$

$$0.00576$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

$$60 \cdot 94 \cdot 0.62 \cdot 0.0019$$

$$4518$$

$$4495$$

$$0.0296$$

$$0.238$$

$$0.00576$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

$$60 \cdot 94 \cdot 0.62 \cdot 0.0019$$

$$4518$$

$$4495$$

$$0.0296$$

$$0.238$$

$$0.00576$$

$$1116$$

$$7924$$

$$7372$$

$$76$$

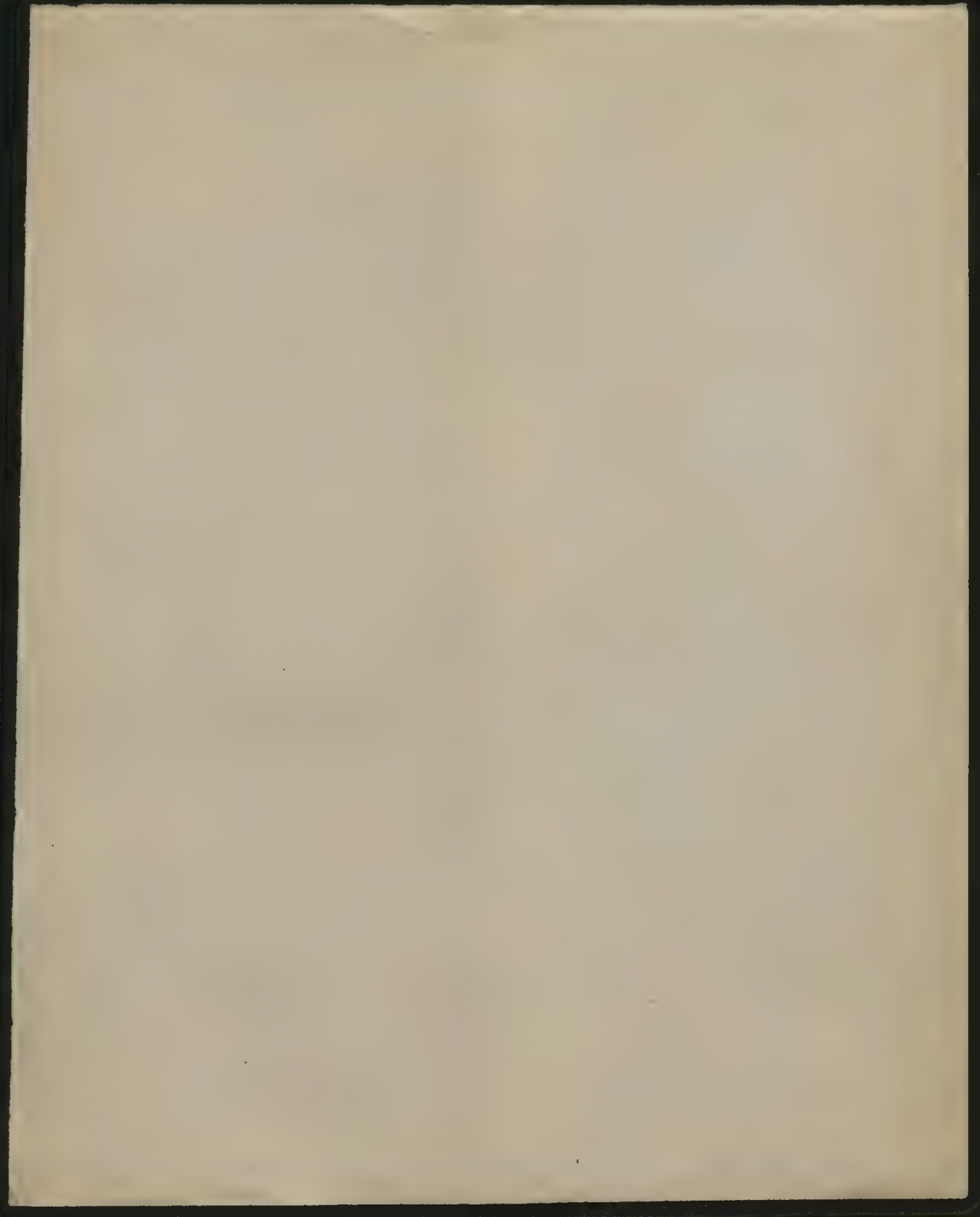
gas	pos.	max atm.	$\tau$	$\theta$
1	4	5.6	0.16	1575
1	5	6.4	0.055	1812
1	6	6.3	0.04	1792
1	12	4.2	0.24	1202
1	14	2.8	0.45	806

	$\eta$	1 HP $\eta$
for max	0.017	11
	0.142	1.3
gas.	0.100	8.3
	0.283	5.4
Disul	0.338	2.24
Say gas	0.145	1.8
	0.250	1.0

13500 6000







welche mit den theoretisch zu erwartenden Werten in gewissen Fällen recht gut übereinstimmen, aber als eine ganz frapante Bestätigung des Maxwell'schen Geschwindigkeitsgesetzes muß man wohl eine hochinteressante, kürzlich erschienene Arbeit von Buisson und Fabry<sup>1)</sup> anerkennen. Es wird daselbst durch Messungen an den Spektren von Helium, Neon, Krypton gezeigt, daß die Breite der Spektrallinien, dividiert durch deren Wellenlänge, tatsächlich proportional ist der Molekulargeschwindigkeit, nämlich proportional der Wurzel aus der absoluten Temperatur, dividiert durch das Molekulargewicht des Gases, und ebenso stimmen auch die absoluten Werte vollständig mit der Theorie. Die bei der Temperatur flüssiger Luft erregten Kryptonlinien besitzen unter allen bisher daraufhin untersuchten Spektrallinien die größte Interferenzfähigkeit.

### III.

§ 20. Im muß Sie, meine Herren, um Entschuldigung bitten, daß ich Sie durch eine solche Menge verschiedenartiger experimenteller Details fragen ermüdet habe; es geschah dies absichtlich, denn es handelte sich mir darum: zu zeigen, daß diese „automatischen Abweichungen vom Zustande idealen thermodynamischen Gleichgewichts“ keine Ausgeburt der Phantasie spekulativer Theoretiker sind, sondern daß wir physikalisch reelle Phänomene vor uns haben, welche für die mikroskopische Physik grundlegende Bedeutung haben, aber auch in vielen Fällen auf das Gebiet gewöhnlicher, makroskopischer Erscheinungen hinüberspielen.

Nun kommen wir aber zur prinzipiellen Frage zurück:

Wie verhält es sich also mit dem zweiten Hauptsatz? In der üblichen Fassung von Clausius oder Thomson ist er ja sicher nicht richtig, denn wir sehen ja, daß kleine Körper zufolge ihres Wärmeinhalts sich von selber in Bewegung setzen, daß sie gegen die Schwerkraft, die magnetische Kraft Arbeit leisten, daß automatische Dichte- und Konzentrationsunterschiede auftreten usw., und die Größe dieser Schwankungen ist ja, sowie die Größe der Molekulargeschwindigkeiten, vollständig unbegrenzt. Kann man also prinzipiell mit verbesserten Hilfsmitteln ein Perpetuum mobile zweiter Art konstruieren?

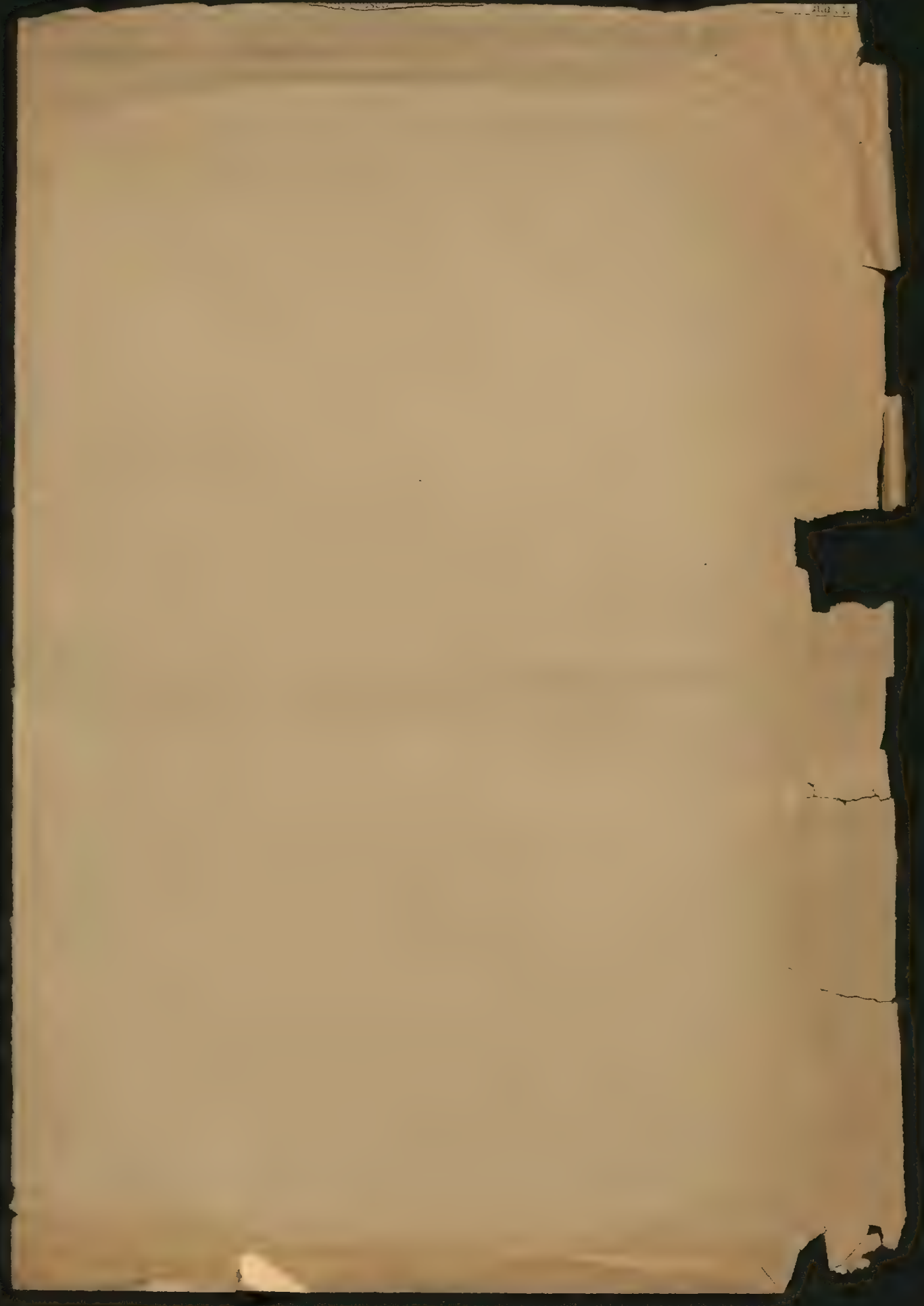
Auf den ersten Blick scheint dies ohne weiteres möglich zu sein, und es scheinen gar manche Forscher (Lippmann, Svedberg, Ostwald, Richarz<sup>2)</sup> der Ansicht zu sein, daß hier ein vollständiger Widerspruch mit dem zweiten Hauptsatz vorliegt. Wir brauchen ja

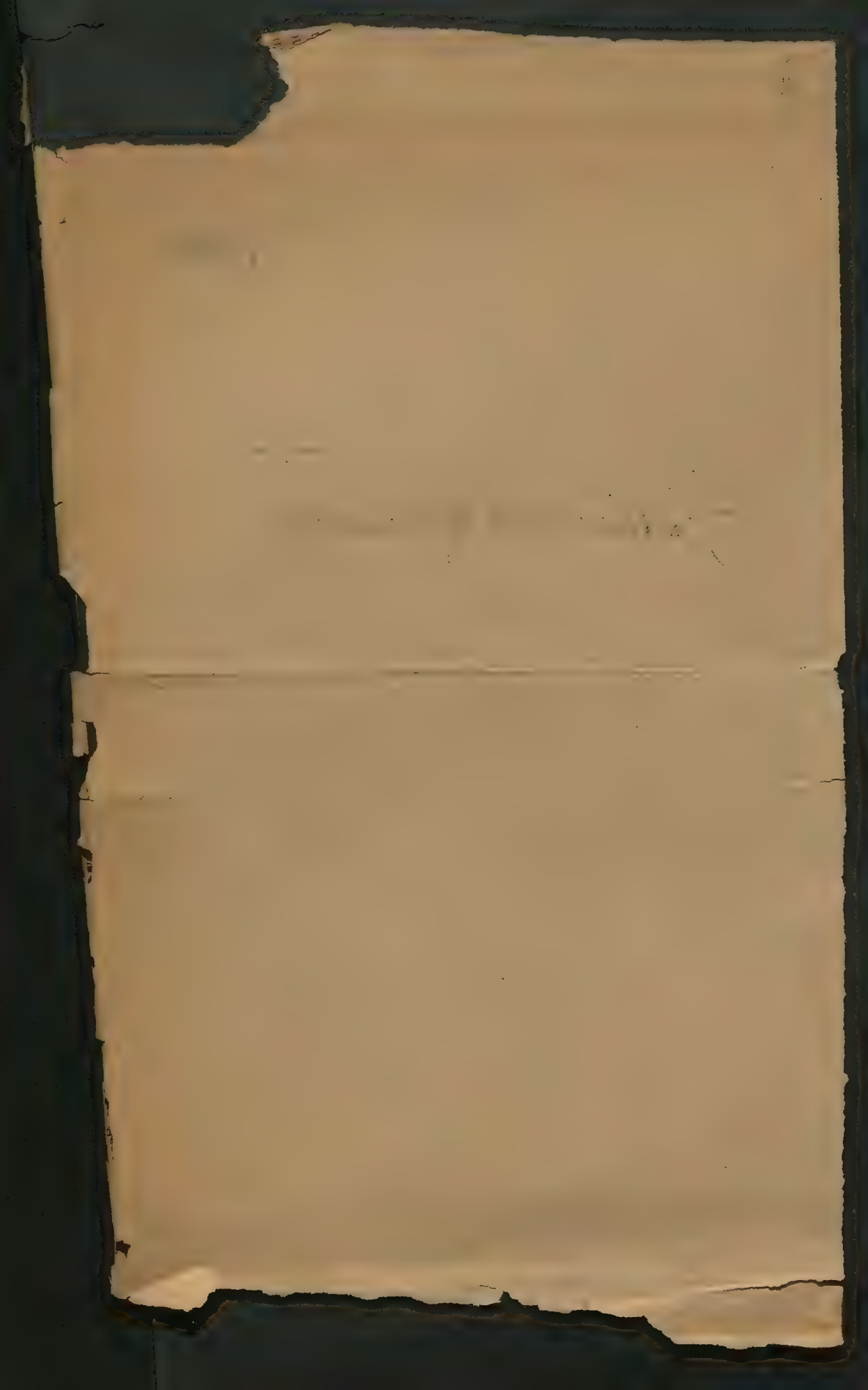
1) H. Buisson und Ch. Fabry, Journ. d. Phys. 2, 442, 1912; auch die interessanten Arbeiten von Richard-son über Elektronenaussstrahlung durch erhitze Körper bilden einen experimentellen Nachweis für das Maxwell'sche Gesetz.

nur  
ander  
tendenz,  
wir heute  
§ 22.  
man ein  
konstruier  
z. B. in d  
Arbeit, T  
anfangs  
bracht w  
elektrisch  
der fortw  
und der  
tatskons  
Variation  
daß We  
den zur  
wärmen  
der Wä  
dichte. I  
auf jeder  
Leiter an

des letzter  
tallisch  
verfehlt  
seiner Flüs  
indem m  
suspendie  
auf diese  
Es se  
unseren  
lich zu se  
richtung  
lung in  
Medium  
die Kons  
den Perp  
sche Sch  
Umstand  
§ 2  
natürlich  
physik  
lichen  
der st

Ich an  
und es  
daß die  
sehen





$$\frac{1}{4\pi} \frac{dv_2}{dt} = \frac{1}{2} D_{11} R_{11} v_1^2 - D_{12} R_{11} v_1 v_2 - D_{13} R_{11} v_1 v_3 - D_{22} R_{22} v_2^2 - D_{23} R_{22} v_2 v_3 - D_{33} R_{33} v_3^2 - \dots$$

Wären nun die Teilchen kugelförmig, so wäre deren Diffusionskoeffizient umgekehrt proportional ihrem Radius, also wie wir mit Rücksicht auf die später zu besprechenden Versuchsergebnisse annehmen wollen, auch umgekehrt proportional dem Wirkungsradius  $R$ , und man hätte allgemein:

$$D_{ii} R_{ii} = (D_i + D_{ii}) \frac{R_i + R_{ii}}{2} = \frac{D R}{2} (R_i + R_{ii})$$

$$\left( \frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_{ii}} \right) = \frac{D R (R_i + R_{ii})}{2 R_i R_{ii}}$$

Für gleiche Radien  $R_i = R_{ii}$  folgt also:

$$D_{ii} R_{ii} = 2 D R \quad (68)$$

und zur Vereinfachung der Rechnungen wollen wir diesen Wert allgemein einführen, da er in dem Anfangsstadium der Koagulation, wo nur Einzelteilchen in Betracht kommen, genau gilt und in den späteren Stadien immerhin eine ziemlich gute Annäherung darstellen dürfte. Machen wir diese Annahme, so läßt sich das Gleichungssystem in ganz überraschend einfacher Weise integrieren. Man erhält nämlich für die Gesamtzahl der Teilchen

$$\sum v = v_1 + v_2 + v_3 + \dots = \frac{v_0}{1 + \beta t} \quad (69)$$

wo zur Abkürzung  $4\pi D R v_0 = \beta$  gesetzt ist, ferner werden die Anzahlen der einfachen, doppelten, dreifachen usw. Teilchen:

$$v_1 = \frac{v_0}{[1 + \beta t]^2}, \quad v_2 = \frac{v_0 \beta t}{[1 + \beta t]^3}, \quad v_3 = \frac{v_0 (\beta t)^2}{[1 + \beta t]^4} \text{ usw.}$$

eine genauere Berechnung zeigt, auch kommt die betreffende der Wirkung mehrfacher Teilchen angeordnete Unsicherheit nicht in Betracht, da in diesem Gebiet beide Formeln (66) (70) nahezu übereinstimmende Werte geben, aber zweifeln müssen die unvernünftigen Versuchsergebnisse gerade bei so kurzen Zeiten sehr ins Gewicht fallen. Die Anwendung der langwierigen Zählmethode zur Kontrolle so rasch verlaufender Prozesse hat Zsigmondy überhaupt nur durch einen Kunstgriff ermöglicht, indem er in den angegebenen Momenten die Lösung mit einer die weitere Koagulation verhandelnden Schmelzkolloid versetzte, doch dürfte dasselbe wohl nicht momentan in Wirkung treten.

Im allgemeinen kann man die Übereinstimmung in Anbetracht der experimentelle Schwierigkeiten gewiß als genügend betrachten. Eine weitere Kontrolle der Berechnung unsere theoretischen Annahmen bildet die Berechnung des Verhältnisses des Wirkungsradius  $R$  zum Teilchenradius  $a$ , auf Grund der aus (34) und (63) folgenden Formel:

$$R = \frac{3\beta\mu}{a} N \quad (71)$$

$$\frac{a}{2v_0} = \frac{H T}{4\pi D}$$

Das allgemeine Ergebnis, daß die Wirkungssphäre von der Größenordnung des Teilchendurchmessers ist, erscheint durchaus plausibel und rechtfertigt a posteriori die von uns angewendete Rechnungsmethode. Würden die Teilchen erst bei unmittelbarer Berührung aneinander haften bleiben, so müßte  $R = 2a$  sein, somit würde sich die Wechselwirkung zweier Teilchen gemäß E und F erst bei  $\frac{1}{2} \frac{v_0}{v_0 + v_1}$  Annäherung bemerklich machen. Daß  $R < 2a$  ist, wie die Reihe D folgern läßt, ist allerdings

<sup>1)</sup> Die eingeklammerten Zahlen, von denen man annehmen darf, daß sie durch Versuchsfehler beeinflusst sind, werden bei der Mittelbildung ausgeschlossen.

theoretisch nicht zulässig. Doch würde, wie wir



$$\frac{1}{4} \sum_{12} \delta^2 = \frac{3}{2} (x^2 + y^2 + z^2) + \alpha + \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\frac{\delta^2}{8} = \frac{\alpha^2}{4} + \frac{x^2 + y^2 + z^2}{2} + \frac{3}{8} (x^4 + y^4 + z^4 + 2x^2y^2 + 2x^2z^2 + 2y^2z^2) + \frac{\alpha}{2} (3x^2 + y^2 + z^2) + \frac{\alpha^2}{4} (3x^2 + y^2 + z^2)$$

$$\frac{\delta^3}{16} = \frac{3}{4} \xi^2 + \alpha \frac{3}{8} (5x^4 + y^4 + z^4 + 6x^2(y^2 + z^2) + 2y^2z^2 + 2x^2 + y^2 + z^2) + \alpha^2 \frac{3}{16} (12x^2 + 3(y^2 + z^2) + 5x^4 + y^4 + z^4 + 6x^2(y^2 + z^2) + 2y^2z^2)$$

$$\frac{5\delta^4}{128} = \frac{5}{16} (x^4 + y^4 + z^4 + 3x^2y^2 + 3x^2z^2 + 3y^2z^2) + \frac{5}{16} \alpha \{ 10x^4 + 15x^2(y^2 + z^2) + 3y^4 + z^4 + 6y^2z^2 \} + \frac{15\alpha^2}{32} \left\{ \cancel{10x^2} [2x^2 + y^2 + z^2] + \cancel{15x^4} [15x^4 + 2y^4 + z^4 + 15x^2(y^2 + z^2) + 4y^2z^2] \right\}$$

$$\frac{7\delta^5}{256} = \frac{5.7}{64} \left\{ \alpha [2x^4 + 6x^2(y^2 + z^2) + y^4 + z^4] + \frac{\alpha^2}{2} [30x^2 + 7(y^4 + z^4) + 48x^2(y^2 + z^2) + 12y^2z^2] \right\}$$

$$\frac{3.7\delta^6}{4.256} = \frac{5.79}{4.64} \left\{ \alpha^2 [2x^4 + 6x^2(y^2 + z^2) + y^4 + z^4] \right\}$$

*Stimulus*

$$(1+\delta)^{-3/2} = 1 - \frac{3\delta}{2} + \frac{-\frac{3}{2} - \frac{3}{2}}{1 \cdot 2} \delta^2 - \frac{-\frac{3}{2} - \frac{3}{2} - \frac{3}{2}}{1 \cdot 2 \cdot 3} \delta^3 + \frac{-\frac{3}{2} - \frac{3}{2} - \frac{3}{2} - \frac{3}{2}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \delta^4$$

$$= 1 - \frac{3\delta}{2} + \frac{15\delta^2}{8} - \frac{35\delta^3}{16} + \frac{35 \cdot 9}{128} \delta^4$$

$$\frac{1}{\sqrt{8}} = -1 + \frac{3}{2}(\sqrt{2}(x-y) - \xi) + \frac{15}{8}\{2(x-y)^2 - 2\sqrt{2}\xi(x-y) + \xi^2\} - \frac{35}{16}\{-2\sqrt{2}(x-y)^3 + 6(x-y)^2\xi\} + \frac{9 \cdot 35}{128}4(x-y)^4$$

$$\frac{x^2}{4} \left[ 1 - \frac{\xi}{2} + \frac{3}{4}(x^2+y^2) + \frac{3}{8}\xi^2 - \frac{15}{8}(x^2+y^2)\xi + \frac{35}{32}(x^4+6x^2y^2+y^4) \right. \\ \left. - \frac{15}{16}\xi^3 - \frac{1}{2}\xi + \frac{3}{4}\xi^2 - \frac{15}{8}(x^2+y^2) + \frac{3}{12}\xi + \frac{35 \cdot 3}{16}(x^2+y^2)\xi - \frac{9 \cdot 35}{64}(x^4+6x^2y^2+y^4) \right. \\ \left. - x^2 + \frac{3}{2}x^2\xi - \frac{15}{4}(x^4+x^2y^2) \right. \\ \left. + \frac{3}{2}x^2 - \frac{15}{2}\xi x^2 + \frac{35}{4}(x^4+3x^2y^2) \right]$$

$$= \frac{x^2}{4} \left[ \frac{1}{2} + \frac{\xi}{4} + \frac{3\xi^2}{8} - \frac{15}{16}\xi^2 + \xi \left[ -\frac{15}{8} + \frac{3 \cdot 35}{16} + \frac{3}{2} - \frac{15}{2} \right] x^2 + \xi y^2 \left[ -\frac{15}{8} + \frac{3 \cdot 35}{16} \right] \right. \\ \left. + \frac{11}{4}x^2 + \frac{3y^2}{4} + \frac{35}{32}(x^2+y^2) - \frac{15}{16} \right]$$

$$\frac{2}{4} - \frac{15}{8} = \frac{-9}{8} + \frac{2}{8}$$

$$x^4 \left[ -\frac{7 \cdot 35}{64} - \frac{15}{4} + \frac{35}{4} \right] + x^2 y^2 \left[ -\frac{7 \cdot 35 \cdot 6^3}{64 \cdot 32} - \frac{15}{4} + \frac{3 \cdot 35}{4} \right] - \frac{7 \cdot 35}{64} y^4$$

$$= \frac{x^2}{4} \left[ \frac{1}{2} + \frac{\xi}{4} - \frac{9}{16}\xi^2 + \xi x^2 - \frac{21}{16} + \frac{75}{16}\xi y^2 + \frac{7x^2+9y^2}{8} + \frac{75}{64}x^4 - \frac{15}{32}x^2y^2 - \frac{7 \cdot 35}{64}y^4 \right]$$

$$1 + \frac{3}{2} - \frac{9}{8}\xi^2 - \frac{21}{8}\xi x^2 + \frac{75}{16}\xi(x^2+y^2) + \frac{7x^2-9y^2}{4} + \frac{75}{32}x^4 - \frac{15}{32}x^2y^2 - \frac{7 \cdot 35}{64}(y^2+y^4)$$

$$\frac{1}{2} - \frac{9}{8} + \frac{75}{16} - \frac{7 \cdot 35}{64} = \frac{-72 - 245 + 300}{64} = \frac{83}{64} \quad -\frac{9}{4} + \frac{75}{8} = \frac{-75}{576}$$

$$\frac{1}{4} \sum_{III} \frac{\delta^2}{2} = \alpha + \frac{\alpha^2}{2} + \frac{3\xi}{2}$$

$$\frac{\delta^2}{8} = \frac{\alpha^2}{4} + \frac{3\xi^2}{8} + \frac{\alpha\xi}{2} + \frac{\alpha^2\xi}{4} + \frac{x^2(1+\alpha)^2 + y^2 + z^2}{2}$$

$$\frac{\delta^3}{16} = \frac{3}{8} \alpha^2 \xi + \frac{3}{8} (\alpha + \frac{\alpha^2}{2}) \xi^2 + \frac{3}{4} \xi [x^2(1+\alpha)^2 + y^2 + z^2] + \frac{3}{8} [2\alpha x^2 + 5\alpha^2 x^2 + \alpha y^2 + \frac{\alpha^2 y^2}{2} + \alpha z^2 + \frac{\alpha^2 z^2}{2}]$$

$$\frac{5\delta^4}{128} = \frac{15}{128} \alpha^2 \xi^2 + \frac{15}{16} \xi [2\alpha x^2 + 5\alpha^2 x^2 + \alpha(y^2 + z^2) + \frac{\alpha^2(y^2 + z^2)}{2}] + \frac{5}{16} (x^4 + y^4 + z^4 + 3x^2 y^2 + 3x^2 z^2 + 3y^2 z^2) + \frac{5}{32} (8\alpha x^4 + 12\alpha x^2 y^2 + 12\alpha x^2 z^2 + 6\alpha^2 x^2(y^2 + z^2) + 2\alpha^2 x^4 + \alpha^2 y^2 z^2)$$

$$\frac{7\delta^5}{256} = \frac{5 \cdot 7}{64} \left\{ 3\alpha^2 \xi (2x^2 + y^2 + z^2) + (2x^4 + 6x^2(y^2 + z^2) + y^4 + z^4)(\alpha + \frac{\alpha^2}{2}) + 4\alpha^2 (2x^4 + 3x^2 y^2 + 3x^2 z^2) \right.$$

$$\frac{3 \cdot 7 \cdot \delta^6}{4 \cdot 256} = \frac{5 \cdot 7 \cdot 9}{64 \cdot 4} \left\{ \alpha^2 (2x^4 + 6x^2(y^2 + z^2) + y^4 + z^4) \right.$$

$$\alpha \left\{ \frac{3}{8} \xi^2 + \frac{3\xi\alpha^2}{2} + \frac{3}{4} x^2 + \frac{3}{8} (y^2 + z^2) \right\} + \alpha^2 \left\{ \frac{3\xi}{8} + \left[ \frac{3\xi^2}{16} + \frac{3\xi\alpha^2}{4} \right] + \frac{15}{8} x^2 + \frac{3}{16} (y^2 + z^2) \right\}$$

$$\frac{3}{8} \left( \frac{x^4 + y^4 + z^4}{2} + 2x^2 y^2 + 2x^2 z^2 + 2y^2 z^2 \right) + \frac{3}{8} (2x^2 + y^2 + z^2) + \frac{1}{16} \left( 30x^2 + 36y^2 + 6x^4 + 6y^4 + 6z^4 \right)$$

$$= \frac{3}{8} [5x^4 + y^4 + z^4 + 6x^2(y^2 + z^2) + 2y^2 z^2]$$

$$\alpha \left\{ \frac{15}{8} \xi (\alpha + \frac{\alpha^2}{2}) + \frac{15}{16} \xi (y^2 + z^2) + \frac{5}{4} x^4 + \frac{15}{8} x^2 (y^2 + z^2) \right\}$$

$$+ \alpha^2 \left\{ \frac{15}{32} \xi^2 + \frac{5 \cdot 15}{16} \xi \alpha^2 + \frac{15}{32} \xi (y^2 + z^2) + \frac{15}{8} [x^4 + x^2(y^2 + z^2)] + \frac{15}{32} (2x^2 + y^2 + z^2) \right\}$$

$$\frac{5}{16} \left[ \frac{6x^4 + 6x^2 y^2 + 6x^2 z^2}{4x^4} + \frac{3x^2 y^2 + 3x^2 z^2 + 3y^4 + 6y^2 z^2 + 3z^4}{6x^2 y^2 + 6x^2 z^2} \right] + \frac{10x^4}{4x^4} + \frac{10x^2 y^2 + 10x^2 z^2}{6x^2 y^2 + 6x^2 z^2} + \frac{2y^2 z^2 + y^4 + z^4}{15}$$

$$(a+\delta)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{a} \left(1 + \frac{\delta}{a}\right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{a} + \frac{\delta}{2\sqrt{a}} - \frac{1}{8} \frac{\delta^2}{a\sqrt{a}} + \frac{1}{16} \frac{\delta^3}{a^2\sqrt{a}} - \frac{5}{128} \frac{\delta^4}{a^3\sqrt{a}} + \frac{7}{2048} \frac{\delta^5}{a^4\sqrt{a}}$$

$$\delta = \sqrt{2} [x(1-y) - y]$$

$$\text{Ma } \boxed{1 - \sqrt{2}(x-y) + \frac{\xi}{2}} + \boxed{\alpha \left[1 - x\sqrt{2}\right] + \frac{\alpha^2}{2}}$$

$$\sqrt{b} + \frac{\alpha [1 - x\sqrt{2}] + \frac{\alpha^2}{2}}{2\sqrt{b}} - \frac{1}{8} \frac{\alpha^2 [1 - x\sqrt{2}]^2}{b\sqrt{b}}$$

$$= \sqrt{b} + \frac{\alpha [1 - x\sqrt{2}]}{2\sqrt{b}} + \frac{\alpha^2}{4\sqrt{b}} \left[1 - \frac{[1 - x\sqrt{2}]^2}{2b}\right]$$

$$= \frac{1}{\sqrt{b}} \left[ b + \frac{\alpha [1 - x\sqrt{2}]}{2} + \frac{\alpha^2}{4} \left[1 - \frac{[1 - x\sqrt{2}]^2}{2b}\right] \right]$$

$$(1+\delta)^{-\frac{1}{2}} = 1 - \frac{\delta}{2} + \frac{3}{8} \delta^2 - \frac{5}{16} \delta^3 + \frac{35}{128} \delta^4$$

$$\frac{1}{\sqrt{b}} = 1 + \frac{\sqrt{2}}{2}(x-y) - \frac{\xi}{2} + \frac{3}{8} \left\{ 2(x-y)^2 - 2\sqrt{2} \xi(x-y) + \xi^2 \right\} - \frac{5}{16} \left\{ -2\sqrt{2}(x-y)^3 + 6(x-y)^2 \xi \right\} + \frac{35}{128} \left\{ 4(x-y)^4 \right\}$$

$$\text{Nusl. } \omega = \frac{1}{\sqrt{b}} = 1 + \frac{\xi}{2} - \frac{1}{4}(x^2+y^2) - \frac{\xi^2}{8} + \frac{3}{8} \xi(x^2+y^2) - \frac{5}{32}(x^4+6x^2y^2+y^4)$$

$$\left[ \frac{1}{2} + \frac{\xi}{4} + \frac{3}{8}(x^2+y^2) + \frac{3}{16}\xi^2 - \frac{15}{16}(x^2+y^2)\xi + \frac{35}{64}(x^4+6x^2y^2+y^4) \right] \alpha$$

$$\begin{array}{r} s. \quad 42 \\ - 24 \\ \hline s. \quad 18 \\ 64 \end{array}$$

$$= \frac{1}{2} - \frac{\xi}{4} + \frac{3}{16} \xi^2 + \frac{\xi(3x^2+15y^2)}{16} + \frac{3y^2-x^2}{8} - \frac{5(x^4-18x^2y^2-7y^4)}{64}$$

$$\frac{1}{\sqrt{b}} = 1 + \frac{3}{2}(x-y)\sqrt{2}$$

$$(b+d)^{3/2} = b^{3/2} \left(1 + \frac{d}{b}\right)^{3/2}$$

$$= b^{3/2} \left\{ 1 + \frac{3}{2} \frac{d}{b} + \frac{3}{8} \left(\frac{d}{b}\right)^2 \right\}$$

$$= b^{3/2} \left[ 1 + \frac{3}{2} \frac{\alpha [1-x\sqrt{2}] + \frac{\alpha^2}{2}}{b} + \frac{3}{8} \frac{\alpha^2 [1-x\sqrt{2}]^2}{b^2} \right]$$

$$= b^{3/2} + \frac{3}{2} \sqrt{b} \left[ \alpha [1-x\sqrt{2}] + \frac{\alpha^2}{2} \right] + \frac{3\alpha^2}{8\sqrt{b}} [(1-x\sqrt{2})^2 + 2b]$$

$$I_2 = 1 + \frac{3}{2} \xi + \frac{3}{8} [2(x-y)^2 + \xi^2] - \frac{1}{16} [6(x-y)^2 \xi] + \frac{3}{128} 4(x-y)^4$$

$$\begin{aligned} & \underbrace{12 + 18\xi + 6\xi^2}_{24\xi} + \underbrace{\frac{9}{2}\xi^2}_{\frac{3}{2}\xi^2} + \frac{3}{4} \underbrace{[4x^4 + 4y^4 + 4xy^2 + 4x^2y^2]}_{x^4 + y^4 + 6xy^2} \\ & \quad \frac{3}{4} \left[ \frac{2(x^4y^2 + y^4x^2)}{x^2} + \frac{4(x^4 + y^4)}{3} \right] \end{aligned}$$

$$\alpha \left\{ \frac{3}{2} \left\{ 1 + \frac{\xi}{2} - \frac{\xi^2}{8} - \frac{1}{4}(x^2 + y^2) + \frac{3}{8}(x^4 + y^4) \xi - \frac{5}{32}(x^4 + y^4 + 6xy^2) \right. \right.$$

$$\left. + x^2 - \frac{1}{2}\xi x^2 + \frac{1}{4}(x^4 + 3x^2y^2) \right\}$$

$$= 4 \cdot \frac{3\alpha}{2} \left\{ 2 + \xi - \frac{\xi^2}{4} - \frac{2x^2 + y^2}{4} + \frac{3}{8}(2x^4 + y^4 + 2y^2) \xi - \frac{5}{32}(2x^4 + y^4 + 2y^2 + 6x^2y^2) \right.$$

$$\left. + 2x^2 - 3x^2 + \frac{1}{4}(2x^4 + 3x^2y^2) \right\}$$

$$\begin{aligned} & 3x^4 + y^4 + 2y^2 \\ & - \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{4} \\ & \left( \frac{5x^2}{2} + \frac{3y^2}{4} \right) \\ & - \frac{20}{16}x^4 = -\frac{5}{4}x^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 4 - 8(x^2 + y^2 + 2x^2y^2 + 2y^2) + 24y^2 \\ & + 12(2x^4 + y^4 + 2y^2 + 3x^2y^2) + 24y^2 \\ & - 5(2x^4 + y^4 + 2y^2 + 6x^2y^2) \\ & - 32x^4 - 32x^2y^2 \\ & + 8(2x^4 + 3x^2y^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 12 \\ & - 13 \\ & = -\frac{1}{32} \cdot 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & -16 \\ & + 36 \\ & - 30 \\ & - 32 \\ & + 24 \\ & - 78 \\ & + 60 \\ & - 18 \cdot 3 \\ & 16 \end{aligned}$$

$$-\frac{10}{16}x^4$$

$$\begin{aligned} & 24 \quad 18 \\ & \frac{16}{40} \quad \frac{32}{50} \\ & 6 \quad -\frac{10x^4}{32} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 8 \\ & \frac{24}{32} \\ & -\frac{42}{10} \cdot \frac{6}{32} \end{aligned}$$

$$\frac{8y^2 \cdot 6}{12}$$

$$\begin{aligned} & -13 \\ & + 12 \\ & - 6 \\ & \frac{32}{16} \\ & -16 \\ & + 24 \\ & 8 \cdot 6 \\ & 16 \end{aligned}$$



$$\sum n^2 = 12 + 40\xi + 12\xi^2 + 16\alpha\{1 + 3x^2 + 4y^2\} + 8\alpha^2\{2 + 3x^2 + 4y^2\}$$

$$-4 \sum n^3 = 12 + 24\xi + \frac{3}{4}[3(x^3 + y^3 + z^3) + 7(x^2y + y^2x + z^2x)] + \alpha\{12 + \frac{3}{2}[10x^2 + 3(4y^2)] - \frac{3}{16}[10x^3 + y^3 + z^3 + 18x^2y + 9x^2z + 9xy^2 + 9xz^2]\}$$

$$+ \alpha^2\{9 + \frac{9x^2}{4} + \frac{15y^2}{8} + \frac{75}{32}x^2 - \frac{9}{64}(y^3 + z^3) - \frac{9}{32}x^2(y + z) - \frac{21}{8}y^2z\}$$

$$+6 \sum n^4 = 12 + 12\xi + 8\alpha + 4\alpha^2$$

$$-4 \sum n^5 = 12 + 4\xi + \frac{x^5 + y^5 + z^5 - 3(x^4y + y^4x + z^4x)}{4} + \alpha\{4 - \frac{6x^2 + y^2 + z^2}{2} - \frac{10x^3 + y^3 + z^3 - 5x^2(y + z) + 7y^2z}{16}\}$$

$$\sum (n-1)^4 = \frac{40}{12} - 9 - 1 + \frac{24}{-21} + 3 + \frac{16}{-18} + \frac{48}{18} + \frac{16}{18} + \alpha\{1 + \frac{18x^2 - 5(y^2 + z^2)}{8} - \frac{90x^4 + 17(y^4 + z^4) + 42x^2yz - 9.57.4y^2z}{64}\}$$

$$+ \alpha^2\left\{\frac{40x^4 + 4(y^4 + z^4) + 48y^2z^2}{4} - \frac{24}{9} - \frac{8}{-15} + \frac{8}{2}\right\}$$

$$+ \alpha^2\left\{+6x^2 + 3(y^2 + z^2) - \frac{15}{8} - \frac{15}{8} - \frac{11}{8} - \frac{27}{8} + \frac{24.3}{8} + \frac{3}{2} - \frac{27}{2} - \frac{43}{2} - \frac{24}{40} - 4.8\right\}$$

$$- \frac{17}{64} - \frac{9}{64} - \frac{26}{64}$$

$$\frac{1}{4}[x(1+\alpha)-y]^4 - \frac{2\alpha}{2^{1/2}}[x(1+\alpha)-y]^3 + 6\left[\frac{\alpha^2}{4} \frac{1}{2}[x(1+\alpha)-y]^2 + 12\frac{\alpha^2}{4} \frac{1}{2}[x(1+\alpha)-y]\right]^2$$

$$\frac{1}{4}x^4(1+4\alpha+6\alpha^2) + 6x^2y^2$$

$$15-9 \cdot \frac{9}{2} - \frac{3}{2}$$

$$\frac{24}{8} - \frac{9}{18} + \frac{9}{4} - \frac{9}{2} \cdot 4$$

$$\frac{1}{2}x^4(1+4\alpha+6\alpha^2) + 6x^2y^2(1+2\alpha+\alpha^2) + 6y^2z^2$$

$$8 - 4\left[\frac{15}{8} - \frac{5}{8}\right]$$

$$9 - 12 + 3$$

$$= 8 - 4 \cdot \frac{10}{8}$$

$$\frac{9}{4} + \frac{27}{4} + 1$$

$$= \frac{1}{2}[x^4 + y^4 + z^4 + 3x^2y^2 + x^2z^2 + y^2z^2] + 2\alpha x^4 + 3\alpha x^2(y^2 + z^2) + 3\alpha^2 x^4 + \frac{3}{2}\alpha^2 x^2(y^2 + z^2)$$

$$\frac{15}{8} - \frac{15}{8}$$

$$\frac{15}{32} - \frac{15}{64}$$

$$- \frac{120}{64} - \frac{3}{64} - \frac{51}{64} - \frac{9}{32} - \frac{63}{32} - \frac{21}{32} - \frac{9}{2} - \frac{21}{8} + \frac{57.3}{8}$$

$$\frac{171}{-21} - \frac{150}{8}$$

$$m \ddot{x} = -kx - \frac{R}{\tau} \dot{x}$$

$$m \ddot{x} = -kx - R \dot{x} + \frac{R}{\tau} t - \frac{R}{\tau} \dot{x}$$

$$m \ddot{x} = -kx + \frac{R}{m} \left[ -k \left( \frac{m \ddot{x} + kx}{R} - R \dot{x} + \frac{R}{\tau} \right) \right]$$

$$\frac{m^2 \ddot{x}}{k^2} + \left( \frac{2kR + R^2 \tau}{k^2 \tau} \right) \dot{x} + \frac{R}{k} = \frac{R \tau}{k^2 \tau}$$

$$u_1 = 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}(x-y) + \frac{\varepsilon}{2} - \frac{(x-y)^2}{4} + \frac{\sqrt{2}}{4} \{ (x-y) - \frac{\sqrt{2}}{8}(x-y)^3 \}$$

$$+ a \left\{ \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{2}}{4}(x+y) - \frac{x}{4} + \frac{3}{8}(x-y)^2 - \frac{x}{2}(x-y) \right\} + \frac{x^2}{4} \left\{ \frac{1 + \frac{\sqrt{2}}{2}(x-y) + x\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{2}}{4}(x-y) \right\}$$

$$z-1 = \left\{ -\frac{\sqrt{2}}{2}(x-y) + \frac{x}{2} - \frac{(x-y)^2}{4} \right\} + \frac{\alpha}{2} \left\{ 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}(x+y) - \frac{x}{2} + \frac{3}{4}(x-y)^2 - \frac{x(x-y)}{4} \right\} + \frac{\alpha^2}{8} \left\{ 1 + \frac{\sqrt{2}}{4}(3x+y) \right\}$$

$$E\left(\frac{z-1}{\alpha}\right)^4 = \frac{4}{8} \left[ 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} (3x+y) \right] \left[ -\frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) + \frac{\xi}{2} - \frac{(x-y)^2}{4} \right]^3 + \frac{6}{4} \left[ 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} (x+y) - \frac{\xi}{2} + \frac{3}{4} (x-y)^2 - x(x-y) \right]^2 \left[ -\frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) + \frac{\xi}{2} - \frac{(x-y)^2}{4} \right]^2 + \frac{\sqrt{2}}{4} \xi (x-y) - \frac{\sqrt{2}}{8} (x-y)^3$$

$$\frac{a_{30} + \alpha a_{31} + \alpha^2 a_{32}}{(s_{10} + \alpha s_{11} + \alpha^2 s_{12})(s_{20} + \alpha s_{21} + \alpha^2 s_{22})} = \frac{a_0}{s_{10}s_{20}} \left[ \frac{1 + \alpha \frac{a_{31}}{a_{30}} + \alpha^2 \frac{a_{32}}{a_{30}}}{\left(1 + \alpha \frac{s_{11}}{s_{10}} + \alpha^2 \frac{s_{12}}{s_{10}}\right) \left(1 + \alpha \frac{s_{21}}{s_{20}} + \alpha^2 \frac{s_{22}}{s_{20}}\right)} \right]$$

$$\frac{a_{30}}{\beta_{10}\beta_{20}} \frac{1 + \alpha \frac{a_{31}}{a_{30}} + \alpha^2 \frac{a_{32}}{a_{30}}}{1 + \alpha (\frac{\beta_{11}}{\beta_{10}} + \frac{\beta_{21}}{\beta_{20}}) + \alpha^2 (\frac{\beta_{12}}{\beta_{10}} + \frac{\beta_{11}\beta_{21}}{\beta_{10}\beta_{20}} + \frac{\beta_{22}}{\beta_{20}})}$$

$$= \frac{a_{30}}{\rho_{10}\rho_{20}} \left[ 1 + \alpha \frac{a_{31}}{a_{30}} + \alpha^2 \frac{a_{32}}{a_{30}} \right] \left[ 1 - \alpha \frac{\rho_{11} + \rho_{21}}{\rho_0} - \alpha^2 \left( \frac{\rho_{12} + \rho_{22}}{\rho_0} + \frac{\rho_{11}\rho_{21}}{\rho_0^2} \right) + \alpha^3 \left( \frac{\rho_{11} + \rho_{21}}{\rho_0^2} \right) \right]$$

$$= \frac{a_{30}}{\rho_{10} \rho_{20}} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{a_{31}}{a_{30}} - \frac{\rho_{11} + \rho_{21}}{\rho_0} \right) + \alpha^2 \left( \frac{a_{21}}{a_{30}} - \frac{\rho_{11} + \rho_{21}}{\rho_0} \frac{a_{31}}{a_{30}} - \frac{\rho_{12} + \rho_{22}}{\rho_0} - \frac{\rho_{11} \rho_{21}}{\rho_0^2} + \left( \frac{\rho_{11} + \rho_{21}}{\rho_0} \right)^2 \right) \right]$$

$$\frac{1}{(7)^2} + \frac{1}{(13)^2} + \frac{1}{(17)^2} + \frac{1}{(19)^2} + \frac{1}{(23)^2} + \frac{1}{(29)^2} + \frac{1}{(31)^2}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ 887 \\ \hline 121 \\ 875 \\ \hline 289.2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289.21 \\ 578 \\ \hline 6069 \\ - 109 \\ \hline 5900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 725.0 \\ 4350 \\ \hline 758 \\ \hline 5149 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1517.72.9 \\ \hline 6415 \end{array}$$

$$\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{6}\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{6}\sqrt{\frac{1}{2}}}}$$

$$\frac{3}{2} \left\{ \left[ \frac{x^2}{2} - \frac{(x-y)^2}{4} + \frac{x^2-y^2}{2} \right]^2 + \frac{x(x-y)^2}{2} - \frac{(x^2-y^2)(x-y)^2}{4} - x(x-y)^3 - \frac{x(x-y)^4}{2} + \frac{3(x-y)^5}{4} \right\} - \frac{x(x-y)^3}{2} + \frac{(x-y)^4}{8}$$

$$\frac{3}{2} \left\{ \frac{x^2}{4} + \frac{11(x-y)^4}{16} + \frac{(x^2-y^2)^2}{4} - \frac{x(x-y)^2}{2} + \frac{x(x-y)^2(x^2-y^2)}{2} - x(x-y)^3 \right\} \rightarrow \frac{1}{16} + \frac{3}{4} - \frac{1}{8} = \frac{1+12-2}{16} = 2$$

$$\frac{3}{2} \left\{ \frac{x^2}{2} + \frac{11}{16} [2x^4 + 4x^2y^2 + 6x^2y^2] + \frac{2x^4 + 4x^2y^2 - 2x^2y^2}{4} - \left\{ \frac{(2x^2 + 4x^2y^2)}{2} + \frac{3(2x^2 - y^2 - 2y)}{2} \right\} \right. \\ \left. - \frac{1}{2} (x^4 + y^4 + 3x^2y^2) - x^4 + \frac{y^4}{2} + 2x^4 - 3x^2y^2 \right\} + \frac{2x^4 + 4x^2y^2 + 6x^2y^2}{8} - \frac{2x^4 + 3x^2y^2}{2}$$

$$\left( \frac{1}{2} + \frac{11}{8} + \frac{1}{4} - 1 + 2 - 1 + 2 \right) + \frac{1}{4} - 1 \quad \frac{3}{2} (1 - 1 - 2) = -3$$

$$\frac{3}{2} \left( \frac{11}{8} + 3 \right) - \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{2} \left( \frac{1}{2} + \frac{11}{8} + \frac{1}{4} - 1 + 2 - 1 + 2 \right) + \frac{1}{4} - 1$$

$$\frac{3}{2} (2x^2 + 4x^2y^2)$$

$$\frac{11}{8} - \frac{3}{2} = \frac{11-12}{8} = -\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} = -\frac{3}{16} - \frac{3}{4} = -\frac{15}{16}$$

$$\frac{3}{2} \left[ \frac{1}{2} + \frac{11}{16} + \frac{1}{4} - 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right] + \frac{9}{32} + \frac{1}{8} = \frac{13}{32}$$

$$\frac{3}{2} \left[ 1 + \frac{33}{8} - 1 - 1 - \frac{1}{2} + 2 - 1 - 3 - 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right] + \frac{3}{4} - \frac{3}{2}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{9}{8} + \frac{3}{4} = \frac{3}{2} \left[ \frac{9}{8} - \frac{1}{2} \right] = \frac{3}{2} \frac{9-4}{8} = \frac{15}{16}$$

$$\frac{3}{2} [1 - 1 - 2 - 1] = -\frac{9}{2}$$

$$= \frac{3\alpha^2}{4} \left\{ \frac{\xi^2}{2} - 4\xi(\eta^2 + \eta) \xi + \frac{15}{8}(x-y)^4 - (x+y)(x-y)^3 + \frac{(x-y)^2}{2} + 2x(y-x)^3 \right\}$$

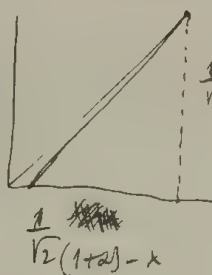
$$\frac{15}{8} [x^4 + y^4 + 6x^2y^2] - x^4 + y^4 + \frac{x^4 + y^4 - 2x^2y^2}{2} - 2x^4 - 6x^2y^2$$

$$-\frac{5}{8}x^4 + \frac{27}{8}y^4 - \frac{17}{4}x^2y^2$$

$$= \frac{3}{4} \left\{ \xi^2 - 4\xi(\eta^2 + \eta) - \frac{5}{4}x^4 + \frac{27}{8}(y^4 + \eta^4) - \frac{17}{4}x^2(y^2 + \eta^2) \right\} + \frac{2x^4 + (y^4 + 6x^2(y^2 + \eta^2))}{8}$$

$$= \left\{ x^4 \left(-\frac{1}{4}\right) - 6x^2\eta^2 \right\} (y^4 + \eta^4) \left( \frac{27}{8} - 4 + 1 \right) \left\| x(y^2 + \eta^2) \left( -\frac{17}{4} - 4 + 2 \right) \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{3}{8} \cdot \frac{3}{4} + \frac{1}{8} \\ = \frac{1}{8} \cdot \frac{13}{4} \end{array} \right\| \begin{array}{l} -\frac{17}{8} \\ -\frac{25}{4} \end{array}$$



$$\sqrt{\frac{1}{2} + \left(\frac{1+\alpha}{\sqrt{2}} - x\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{(1+\alpha)^2}{2} - (1+\alpha)x\sqrt{2} + x^2}$$

$$= \sqrt{1 + \alpha + \frac{\alpha^2}{2} - (1+\alpha)x\sqrt{2} + x^2}$$

$$-\frac{1}{\sqrt{2}} \quad -\frac{3}{16} + \frac{1}{4} = -\frac{11}{16}$$

$$= \frac{1}{16}$$

$$-\frac{17}{4} - 2 = -\frac{25}{4} \cdot \frac{3}{4} + \frac{3}{4}$$

$$= \frac{3}{4} \left[ 1 - \frac{25}{4} \right]$$

$$= \frac{3 \cdot 21}{4}$$



$$n-1 = \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{8} - \frac{\sqrt{2}}{2} [x(y+\alpha)-y] + \frac{\xi}{2}$$

$$-\frac{1}{4} [x(1+\alpha)-y]^2 + \frac{\sqrt{2}}{4} \alpha [x(1+\alpha)-y] - \frac{\xi \alpha}{4} + \frac{\sqrt{2}}{8} \alpha^2 [x(1+\alpha)-y] - \frac{\alpha^2 \xi}{8}$$

$$-\frac{\sqrt{2}}{8} x \cdot -\frac{\sqrt{2}}{16} \alpha^2 (x-y) + \frac{3}{8} \alpha (x-y)^2 - \frac{15}{32} \alpha^2 (x-y)^2$$

$$= -\frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) + \frac{\xi}{2} - \frac{1}{4} \alpha^2 (x-y)^2$$

$$+ \alpha \left\{ \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} x - \frac{1}{2} x(x-y) + \frac{\sqrt{2}}{4} (x+y) - \frac{\xi}{4} + \frac{3}{8} (x-y)^2 \right\}$$

$$+ \alpha^2 \left\{ \frac{1}{8} - \frac{x}{4} + \frac{\alpha \sqrt{2}}{4} - \frac{1}{8} - \frac{\sqrt{2}}{16} (x-y) \right\}$$

$$\alpha^2 \left\{ \left[ \frac{1}{2} + \frac{x \sqrt{2}}{4} - \frac{\sqrt{2}}{4} (x-y) \right] \left[ \frac{\sqrt{2}}{4} (x-y)^3 + \frac{3}{2} (x-y)^2 \left[ \frac{\xi}{2} - \frac{(x-y)^3}{4} \right] \right] \right.$$

$$+ \frac{3}{2} \left[ 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} (x+y) - \frac{x(x-y)}{4} - \frac{\xi}{2} + \frac{3}{4} (x-y)^2 \right]^2 \left[ -\frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) + \frac{\xi}{2} - \frac{(x-y)^2}{4} \right]^2$$

$$= \alpha^2 \left\{ \frac{3}{8} (x-y)^2 \xi - \frac{3}{16} (x-y)^4 - \frac{x}{2} (x-y)^3 + \frac{(x-y)^4}{8} + \frac{3}{2} \left[ \frac{\alpha^2}{2} + \frac{\xi^2}{4} + \frac{(x-y)^4}{16} - \frac{\xi(x-y)^2}{4} \right] \right.$$

$$\left. \frac{3}{2} \left[ -\frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) + \left[ \frac{\xi}{2} - \frac{(x-y)^3}{4} + \frac{1}{2} (x-y)^2 \right] - \frac{\sqrt{2}}{4} \xi (x+y) + \frac{\sqrt{2}}{8} (x+y) (x-y)^2 + \frac{\sqrt{2}}{2} x (x-y)^2 + \frac{\sqrt{2}}{4} \left\{ (x-y) - \frac{3\sqrt{2}}{8} (x-y)^3 \right\}^2 \right] \right\}$$

$$2-1 = -\frac{\sqrt{2}}{2} [x(1+\alpha)-y] + \frac{\xi}{2} - \frac{[x(1+\alpha)-y]^2}{4}$$

$$+ \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{8} + \frac{\sqrt{2}}{4} \alpha [x(1+\alpha)-y] - \frac{\xi \alpha}{4} + \frac{3}{8} \alpha (x-y)^2$$

$$= -\frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) + \frac{\xi}{2} + \frac{x^2 - 2xy + y^2}{4} + \frac{\sqrt{2}}{4} \xi (x-y) - \frac{\frac{\sqrt{2}}{8} (x-y)^3}{x^2 + 2\alpha x + \alpha^2}$$

$$+ \alpha \left\{ -\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{(xy-x^2)}{2} + \frac{1}{2} \right.$$

$$+ y^2 - 2\alpha xy - 2xy$$

$$\left. + \frac{\sqrt{2}}{4} (x+y) - \frac{\xi}{4} + \frac{3(x-y)^2}{8} \right\}$$

$$+ \frac{\alpha^2}{8} + \frac{\sqrt{2}}{8} \alpha^2 (x-y)$$

$$\alpha^2 \left\{ \frac{4}{8} + \frac{3}{2} (x-y)^2 \left[ \frac{\xi}{2} - \frac{x^2 - 2xy + y^2}{4} \right] + 6 \left[ \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{4} (x+y) - \frac{\xi}{4} + \frac{3(x-y)^2}{8} + \frac{xy - x^2}{2} \right]^2 \right.$$

$$\left. \left\{ \left[ -\frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) + \frac{\xi}{2} - \frac{(x-y)^2}{4} \right]^2 - \frac{\xi (x-y)^2}{2} + \frac{(x-y)^4}{4} \right\} \right\}$$

$$- \frac{4\xi}{4} \frac{(x-y)^4}{4}$$

$$= \alpha^2 \left\{ \frac{3}{4} \left[ (x-y)^2 \frac{\xi}{2} - \frac{(x-y)^4}{4} \right] + \frac{3}{2} \left[ 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} (x+y) - \frac{\xi}{2} + \frac{3(x-y)^2}{4} + \frac{xy - x^2}{2} \right]^2 \right.$$

$$\left. \frac{3}{2} \left[ \frac{1}{2} (x-y)^2 - \frac{\sqrt{2}}{2} (x-y) \frac{\xi}{2} + \frac{\sqrt{2}}{4} (x-y)^3 + \frac{\xi^2}{4} + \frac{5(x-y)^4}{16} \right] \right.$$

$$- \frac{\sqrt{2}}{2} (x-y)^2 (x+y) + \frac{(x^2 - y^2) \xi - (x-y)^3 (x+y)}{2} - \frac{3\xi (x-y)^2}{4} \left[ 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} (x+y) + \frac{(x+y)^2}{2} - \frac{\xi}{2} + \frac{3(x-y)^2}{2} \right]^2$$

$$+ \frac{(x^2 - y^2)^2}{4} - \frac{(x-y)^2 \xi}{2} + \frac{3(x-y)^4}{4} + x(y-x)^3 + 2x(y-x) + \frac{\sqrt{2}}{2} \xi (x+y) - \frac{\sqrt{2}}{4} (x-y)^2 (x+y) + \frac{\sqrt{2}}{4} (x-y)^2 xy$$

$$+ \frac{\xi^2}{2} + \frac{3(x-y)^2}{4} + \frac{x(y-x)}{2}$$

$$= \frac{3}{4} \alpha^2 \left\{ \left[ \frac{(x^2 - y^2)^2}{4} + \frac{\xi + 15(x-y)^4}{8} \right] + \left[ \frac{(x-y)^2}{2} + \frac{\xi^2}{2} - \frac{15\xi(x-y)^2}{4} + 2(x-y)\xi - \frac{(x^2 - y^2)^2}{2} \right] \right.$$

$$+ \frac{5(x-y)^4}{8} - \frac{(x-y)^3 (x+y)}{2} + \frac{3(x-y)^4}{4} + \frac{(x^2 - y^2)^2}{2} + \frac{2x(y-x)^3}{4} \left. \right\}$$

$$\frac{3}{2} + \frac{5}{8} - \frac{1}{4} = \frac{12+5-2}{8}$$

$$= \frac{15}{8}$$

$$-\frac{3}{8}(5x^4 + y^4 + 2z^4 + 6x^2(yz) + 2y^2z^2)$$

$$+\frac{3}{16}[10 + 3(\cdot) + 15 + 6]$$

$$-\frac{5}{64}[2 + 1(\cdot) + 6]$$

$$\begin{array}{r} -120 + 120 - 10x^4 \\ \hline 64 \end{array} \quad \begin{array}{r} -24 \\ +36 \\ \hline 12 \end{array} \quad \begin{array}{r} -184 \\ +120 \\ \hline -64 \end{array} \quad \begin{array}{r} -48 \\ +72 \\ \hline 24 \end{array}$$

$$+7(y^4z^2) - 54x^2(yz^2) + 24y^2z^2$$

$$+\frac{9}{32}[2x^4 + y^4z^2]$$

$$=\frac{9}{32}[2x^4 + 9(y^4z^2)]$$

$$-\frac{3}{16}[5x^4 + y^4 + 2z^4 + 6x^2(yz) + 2y^2z^2]$$

$$+\frac{9}{32}[15x^4 + 2(y^4z^2) + 15x^2(yz) + 4y^2z^2]$$

$$-\frac{15}{128}[30x^4 + 7(y^4z^2) + 48x^2(yz) + 12y^2z^2]$$

$$+\frac{7.15}{256}[2x^4 + y^4z^2 + 6x^2(yz)]$$

$$= \frac{5.75}{128}x^4 + \frac{131}{256}(y^4z^2) + \frac{9}{32}y^2z^2 + \frac{157}{128}x^2(yz)$$

$$-\frac{300}{128}$$

$$-\frac{70}{128}$$

$$-\frac{120}{128}$$

$$-\frac{480}{128}$$

$$\begin{array}{r} 375 \\ -300 \\ \hline 75 \\ 128 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 131 \\ -140 \\ \hline -9 \\ 256 \end{array}$$

$$-\frac{120}{32}$$

$$323$$

$$+\frac{36}{128}$$

$$+\frac{9}{8} - \frac{15}{32} - \frac{84}{128} =$$

$$\frac{9}{32} -$$

$$-\frac{2}{8} + \frac{9}{8} - \frac{15.12}{128}$$

$$\frac{6}{8} - \frac{45}{32}$$

$$-\frac{9}{8} + \frac{9.15}{32} - \frac{5.48}{128} + \frac{7.15}{128}$$

$$-$$

$$-\frac{98}{16} + \frac{9.15}{32} - \frac{15.48}{128} + \frac{21.15}{128}$$

$$\frac{210}{105}$$

$$\frac{315}{105}$$

$$-\frac{240}{105}$$

$$-\frac{144 + 540 + 75}{128}$$

$$159$$

$$-\frac{9}{128}$$

$$-\frac{9}{128}$$

$$615$$

$$-\frac{144}{128}$$

$$471$$

$$128$$

$$157$$

$$\frac{24-45}{32} = -\frac{21}{32}$$

$$\begin{array}{r} -150 \\ +105 \\ \hline -45 \\ 128 \end{array} + 15\left(\frac{9}{32} - \frac{1}{16}\right)$$

$$+\frac{7.15}{32}$$

$$\begin{array}{r} 420 \\ -45 \\ \hline 375 \\ 128 \end{array} = \frac{5.75}{128}$$

$$\frac{96}{131}$$

$$-\frac{12.15}{128}$$

$$\frac{144}{128} \quad \frac{9.15}{128}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ 12 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$135$$

$$-144$$

$$-\frac{9}{128}$$

$$2(y^4 + 2^4) \left[ \frac{3}{16} - \frac{15}{16} + \frac{35.7}{128} - \frac{35.9}{464} \right]$$

$$\begin{array}{r} -12 \\ 16 \\ -96 \\ -630 \\ -726 \\ +245 \\ \hline 481 \\ 128 \end{array} + 245 = \frac{1}{16} \left[ -12 + \frac{245}{8} - \frac{315}{16} \right]$$

$$\begin{array}{r} .120 \\ 72 \\ -192 \\ -315 \\ -507 \\ +490 \\ \hline -17 \\ 16 \end{array} \cdot \frac{1}{16}$$

$$\frac{15}{16} x^4 - \frac{13}{2} + \frac{35}{4} - \frac{21}{8}$$

$$\begin{array}{r} -52 \\ -21 \\ -73 \\ +70 \\ \hline -\frac{3}{8} \frac{15}{16} = \end{array}$$

$$\left[ \frac{9}{8} - \frac{255}{32} + \frac{210}{16} - \frac{945}{4.32} \right]$$

$$= \frac{1}{32} \left[ 36 - 255 + 420 - \frac{945}{4} \right]$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ -255 \\ \hline 201 \\ 804 \\ -945 \\ \hline 141 \end{array}$$

$$(442) x^2 \left[ \frac{18}{16} - \frac{15.15}{32} + \frac{35.48}{128} - \frac{35.9.3}{4.28} \right]$$

$$+ \frac{35.21}{128}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ -1020 \\ +735 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -879 \\ -900 \\ \hline \end{array}$$

$$144 - 900$$

$$- \frac{21}{128}$$

$$- \frac{21}{32}$$

$$\frac{18-12+3}{16} = \frac{9}{16}$$

$$\frac{9}{16} \left[ x^4 + x^2 + 2 \right]$$

$$= 3 \left( \frac{5}{4} + \frac{3}{8} \frac{7}{8} \right)$$

Nimmt Wärmekapazität

$$\left. \begin{aligned} S &= \int \frac{\delta Q}{\theta} + \text{const} \\ S_{\theta=0} &= 0 \end{aligned} \right\} S = \int_0^{\theta} \frac{\delta Q}{\theta}$$

Takier fol  $F = U - TS$

Da ist immer:  $dU - T dS = dU - \delta Q = dF = dW$

oder  $\frac{dA}{dT} = \frac{dU}{dT} - S - T \frac{dS}{dT}$

Nimmt:  $\lim_{T \rightarrow 0} \frac{dA}{dT} = 0$

das system konstantes wärme kapazität

$$S = \int_0^{\theta} \frac{C_p}{T} dT$$

unter  $\lim_{T \rightarrow 0} C_p = 0$

oder  $\delta Q = C_p dT$   
 $\delta Q = C_p dT = C_v dT + A_p dV$

2. Fall: allotropie und konstantes wärme kapazität

$$\phi = \phi'$$

$$U' - U + p(V' - V) - T(S' - S) = 0$$

in konstantem wärme kapazität und konstantem wärme kapazität

$$r = T \int_0^T \frac{C'_p - C_p}{T} dT$$

Reaktions wärme

$$\frac{C_1^{\eta} C_2^{\eta}}{C_1^{\eta'} C_2^{\eta'}} = K$$

Temperatur

$$\frac{\partial}{\partial T} (\ln K) = \frac{r}{RT^2}$$

Nimmt:  $R \ln K = \int_0^{\theta} \left( \frac{\partial r}{\partial T} \right) \frac{dT}{T} - \frac{r}{\theta}$



Enormie?

Rechte Entropie ist Boltzmann - Formel.

Wichtig

$$S = \frac{H}{N} \ln W$$



Welcher kommt?

aber das ist die klassische Entropie

was steht zwischen jener und klassischer Entropie?

Wie Planck 2. Formel

Vib. Energie:  $0, \epsilon, 2\epsilon, \dots, 3\epsilon, 4\epsilon, \dots$

Probab.  $1: e^{-\frac{\epsilon}{kT}}, e^{-\frac{2\epsilon}{kT}}, \dots$

$$\text{Energie pro Atom: } \frac{\epsilon \left[ e^{-\frac{\epsilon}{kT}} + 2e^{-\frac{2\epsilon}{kT}} + 3e^{-\frac{3\epsilon}{kT}} + \dots \right]}{1 + e^{-\frac{\epsilon}{kT}} + e^{-\frac{2\epsilon}{kT}} + \dots} = \frac{\epsilon e^{-\frac{\epsilon}{kT}}}{1 - e^{-\frac{\epsilon}{kT}}} = \frac{\epsilon}{e^{\frac{\epsilon}{kT}} - 1}$$

longe  $\epsilon = h\nu$

$$E = N \cdot \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

$$h = 6.55 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sek.}$$

Wien'sche Formel  $K_1$

$$K_1 = \frac{c^2 h}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{\frac{ch}{k\lambda T}} - 1}$$

$$\text{Rayleigh } K_2 = \frac{ckB}{\lambda^4}$$

impr. Licht dring  $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$

$$\epsilon = h\nu \text{ also } \lambda = 1 \mu$$

$$= 6.5 \cdot 10^{-27} \cdot \frac{3 \cdot 10^{10}}{10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-13}$$

✓ restorowanie do oryginalnego stanu (Einstellung):

$$E = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k\theta}} - 1}$$

(! dla wielkich  $\theta$   $h = k\theta$  !)

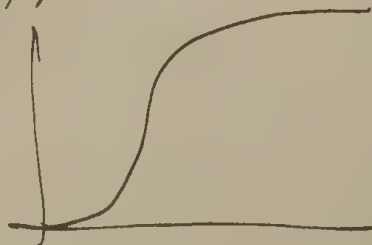
$$\frac{h}{k} = \beta$$

$$mc^2 = \frac{24}{2} \left\{ \left( \frac{\beta\nu}{\theta} \right)^2 + \left( \frac{\beta\nu}{2\theta} \right)^2 + \dots \right\}$$

$$mc^2 = \underbrace{3Nk}_{3H} \underbrace{\frac{2}{\theta} \left( \frac{\beta\nu}{e^{\frac{\beta\nu}{\theta}} - 1} \right)}_{\frac{\beta\nu}{\theta} \sim \frac{1}{[e^{\frac{\beta\nu}{\theta}} - 1]^2}}$$

594

głównie reprezentacja M-Lintera.



Wzrost przy wielkich  $\theta$  temp. powoduje wzrost masy i zmniejszenie temp. wskazuje się masę (paracenzacja do Kursta)

Wzrost (paracenzacja) energii z temp. wskazuje  $\epsilon = h\nu = \beta k\nu = \frac{H}{N} \beta\nu$



$\Delta\theta$

Piekło

energia przy  $\Delta\theta$ :

$$\bar{E} = \frac{\epsilon}{N} = \frac{\epsilon}{e^{\frac{\epsilon}{k\theta}} - 1}$$

$$\Delta\theta_1 = \frac{1}{k} \frac{\epsilon}{\bar{E} N}$$

$$\Delta\theta_2 = \frac{\epsilon}{k(\bar{E} N - \bar{E}^2)}$$

$$\Delta\theta_3 = \frac{\epsilon}{k(\bar{E} N - \bar{E}^3)}$$

$$\frac{2\epsilon}{N} = \frac{\epsilon}{e^{\frac{\epsilon}{k\theta_2}} - 1}$$

Enden Werte

besten 4.97

$$k = 1.4$$

$$C_v \mu = 4.82 \quad (2730)$$

$$4.99 \quad 1.97$$

$$2.62 \quad 1.10$$

$$2.25 \quad .91$$

$$2.14 \quad .80$$

$$2.00 \quad .60$$

$$1.98 \quad .50$$

$$C_p - C_v = R$$

$$\mu C_v (k-1) = \frac{1}{2} H$$

u. variieren jedoch.

$$k = 1 \frac{2}{3}$$

$$\mu C_v = \frac{3}{2} H = 3$$

u. variieren doch.

$$\mu C_v = \frac{5}{2} H = 5$$

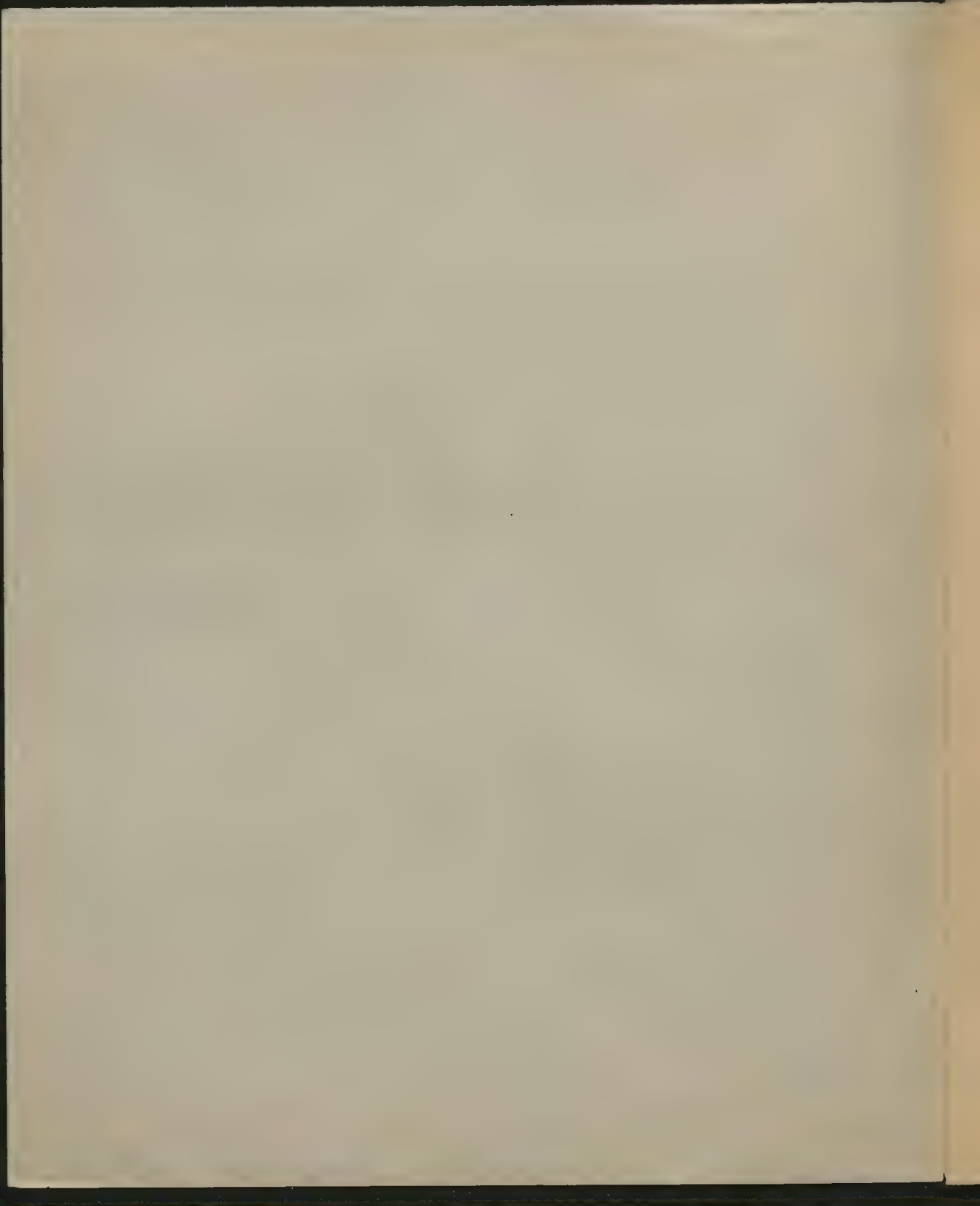
Wegen  $\mu$  ist stetig wachsend!

<sup>persönlich</sup>  
V. P. M. (Plank) abgefragt worden  
während der Arbeit

Tonier

Das ~~was~~ <sup>was</sup> ~~ist~~ <sup>ist</sup> nicht die Temperatur!

$$C_{\alpha} \approx \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{\left(\frac{A_r}{b}\right)^2 e^{\frac{A_r}{b}}}{[e^{\frac{A_r}{b}} - 1]^2} + \frac{\left(\frac{A_r}{2b}\right)^2 e^{\frac{A_r}{2b}}}{[e^{\frac{A_r}{2b}} - 1]^2} \right\} + \alpha \theta^{3/2}$$





$$dS = \frac{\delta \varphi}{\theta}$$

da wir stetig

$$S' = \int_0^{\theta} C_T \frac{d\theta}{\theta} + \varphi$$

$$C_T \text{ bei } 0 = 0$$

$$C_T = C_p = 0 = \alpha = 0$$

die Transformationszustände sind - die Wärme

$$U' - TS' + pV' = U - TS + pV$$

$$\underbrace{U' - U + p(V' - V)}_Z = T(S' - S) = T \int_0^T \frac{C'_T - C_T}{T} dT$$

Annahme

$$Z = 157 + 115 \cdot 10^5 T^2$$

$$C'_T - C_T = \frac{2.3}{T} = 2.3 \cdot 10^5 T$$

$$T = 3695 \text{ Wg } \rightarrow \text{ nach } 3654$$

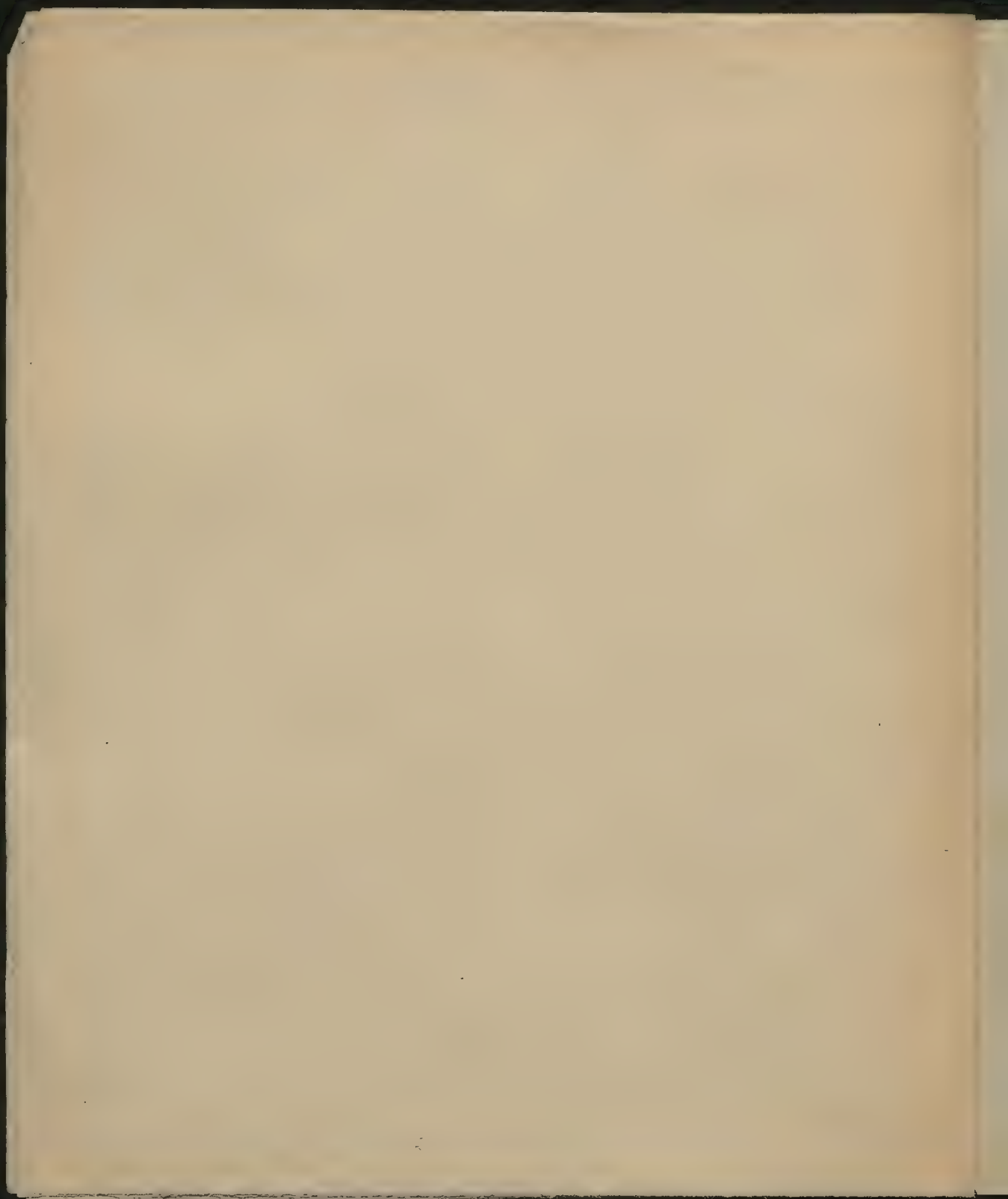
$$\bar{v} = \frac{Z}{\int_0^T \frac{C'_T - C_T}{T} dT}$$

Lutetium		
Al	<del>107.2</del> 107.2	168
	85.5	98
	50.6	38
Cu	129.1	124
	85.2	75
	50.5	49
Zn	124	93
		65
		34
Ag		156
		102
		92
Au		266
		203
		198

Cf	
384	0.99
	1.03
	0.98
2.63	0.96
	0.96
	1.21
155	1.13
	0.99
	0.82
202	0.95
	1.00
	1.04
411	1.10
	0.88
	1.02

1000 - 1000 - 1000 - 1000





$$dW = C e^{-\frac{h\nu}{k\theta}} \alpha_1 \alpha_2 \dots$$

$$\int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{h\nu}{k\theta}}}{e^{-\frac{h\nu}{k\theta}}} d\epsilon = k\theta \int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{h\nu}{k\theta}}}{e^{-\frac{h\nu}{k\theta}}} d\epsilon = \frac{k\theta}{2}$$

$$\int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

also mean kinetic energy =  $\frac{3k\theta}{2}$

|| solution  $E = \alpha p^2 + \beta q^2 + \dots$

also mean kinetic energy

$$\overline{\alpha p^2} = \alpha \int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{h\nu}{k\theta}}}{e^{-\frac{h\nu}{k\theta}}} d\epsilon = \frac{k\theta}{2}$$

$$= \frac{3}{2} k\theta = \frac{3}{2} \frac{RT}{J} = \frac{3}{2} \frac{H}{J}$$

$$\mu (C_p - C_v) = H = (k-1) \frac{3H}{2}$$

$$k-1 = \frac{2}{3}$$

$$k = 1 \frac{2}{3}$$

characteristic ratio	$\frac{5}{2}$	$\frac{6}{2}$
	$k = 1 \frac{2}{3}$	$1 \frac{1}{3}$

also state:  $I + U = \text{const}$

$$U = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 + \dots)$$

$$I = \frac{m}{2} \dot{\phi}^2$$

$$\dot{\phi} = \dot{U}$$

$$\mu C_v = 3H = \frac{3 \cdot 8 \cdot 10^7}{4 \cdot 10^7} = 6 \cdot 10^7$$

$$\text{Lorentz factor } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{h\nu}{k\theta} - 1}} = \frac{h\nu}{\frac{h\nu}{k\theta} - 1}$$

also mean  $h = k\theta$   
 $\frac{h}{k} = \beta$

$$c = \frac{3H}{\mu} \frac{2}{\left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{h\nu}{k\theta} - 1}} \right)} = \frac{3H}{\mu} \left( \frac{h\nu}{k\theta} \right)^2 \frac{1}{\left( \frac{h\nu}{k\theta} - 1 \right)^2}$$



$$\frac{x^{\frac{1}{x}}}{x^{\frac{1}{x}-1}^2} = \frac{x^{\frac{1}{x}}}{x^{\frac{1}{x}-1}}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{(x^{\frac{1}{x}-1})} = 0$$

$$x \rightarrow \infty \quad \frac{\delta^2 e}{(\delta + \frac{e^2}{2})^2} = \frac{e}{(1 + \frac{\delta}{2} + \frac{\delta^2}{3})}$$

$$\frac{e}{(e-1)^2} = \frac{2.78}{(1.78)^2} = \frac{2.78}{3.17}$$

$$C(\text{inf}) - 100 = 0.005$$

$$-75 + 18 = 1.1$$

$$-1.7 = 1.1$$

$$-1.2 = 1.1$$

$$1.1 = 1.1$$

$$1.1 = 1.1$$

$$2.0 = 1.1$$

$$1.1 = 1.1$$

$$1.1 = 1.1$$

$$1.1 = 1.1$$

$$-1.0 = 0.005$$

$$1.1 = 0.005$$

$$1.1 = 0.005$$

$$1.1 = 0.005$$

$$1.1 = 0.005$$

$$1.1 = 0.005$$

$$\frac{1}{4} - 186 = 1.1$$

$$1.1 = 1.1$$

$$500 = 0.005$$

$$71 = 0.005$$

$$1.1 - 250 = 0.005$$

$$-100 = 189$$

$$0 = 205$$

$$100 = 211$$

$$150 = 228$$

$$200 = 245$$

$$250 = 262$$

Millikan 2  $r = 9 - 40 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$

$e = 4.90 \cdot 10^{-10}$  ungenau  $\delta < 2\%$

Romer "  $r = 34 - 8 \cdot 10^5$

10%

Winkel  $A_2 \quad 0.35 - 1.5 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} 0.35 \\ 1.5 \end{matrix}} \right\} 10^5$   
 $P + K_{L0} \quad 1.7 - 5.8$

also  $0.2 \cdot 10^{-10}$

Orbiten

Dyckung: Ruch Orbits?

Teil in Strahlung kann Energie verlieren und so langsam abfallen

Weg

S: 6.3 5.2 5.3 5.4 4.6 6.1 5.8 5.0 5.7 4.9 4.5 4.2 4.7 ... } 88  
 steps  $x_m = 5.00$

F: 8.1 8.9 8.3 7.5 7.4 7.7 7.7 7.5 8.0 9.1 } 89  
 folgend  $x_m = 8.09$

von Planck-Einst

$\frac{1}{2}$

$\bar{\lambda}^2 = \frac{240}{N} \text{ Bt}$

$\Delta = \frac{1}{6\pi m_0}$

$\neq l = v_2 t + \Delta$

$\dot{\lambda} = \sqrt{\frac{\lambda}{\pi}}$

$=$

$\bar{\lambda}^2 = \frac{v_1^2}{n} \sum \left( \frac{\Delta x}{\lambda} \right)^2 = \frac{240}{N} \text{ B}$

$v_1 = \beta (cX - mg)$

$v_2 = \beta m_f$

$m = \frac{v_2}{\beta g}$

$e = \frac{v_1 v_2}{\beta X} = \frac{v_1 + v_2}{X} \frac{240}{\lambda^2} \frac{1}{N}$

Annahmen

$\Delta = \frac{1}{6\pi m_0 k} \left\| k = \left[ 1 + \frac{f \beta \frac{1}{g}}{f + 2(1-\beta)} \right] \right\|$

Abbildung II weiter p. 27

m. 10<sup>15</sup>h<sub>1</sub>t<sub>2</sub>

n

272	573	5.11	4	4.77	+
279	478	5.52	4	4.54	-
252	472	6.18	1	5.12	+
269	438	6.24	4	4.67	-
239	429	8.68	6	4.50	-
438	128	10.28		4.14	+
	121	7.82	1	4.97	+
	119	12.90	1	5.05	-
	108	8.65	2	4.78	-
	104	11.72	1	7.40	+

$$\frac{4\mu y'}{(1-y')^2} = 2 - \frac{(1-y' - y'z\sqrt{\mu})^2}{4\mu y'(1+z\sqrt{\mu})}$$

$$\sqrt{\mu} \frac{y' z \sqrt{\mu}}{(1-y')^2} = \frac{1}{4} \frac{4\mu y' e^{2\sqrt{\mu}} (1-y' e^{2\sqrt{\mu}})^2}{2\sqrt{\mu} y' e^{\frac{2}{3}\sqrt{\mu}} (1-y' e^{2\sqrt{\mu}})} + \frac{1}{2} \log ($$

$$2 - \frac{4\mu y'}{(1-y')^2} = \frac{[1-y' e^{2\sqrt{\mu}}]^2}{4\mu y' e^{2\sqrt{\mu}}} = v^2$$

$$\sqrt{\mu} \left[ \frac{1}{1-y' e^{2\sqrt{\mu}}} - \frac{1}{1-y'} \right] = \frac{1}{4} \left[ \frac{1}{v} - v \right] + \frac{1}{2} \log v$$

$\underbrace{\hspace{10em}}$

$$+ \frac{\mu y'^2}{(1-y')^2}$$

$$\frac{2-v^2}{4} z = \frac{1}{4} \frac{1-v^2}{v} + \frac{1}{2} \log v$$

$$v = 1 + \delta$$

$$= \frac{1}{4} [1-\delta-\delta^2-\delta^3-1-\delta] + \frac{1}{2} \left[ \delta - \frac{\delta^2}{2} + \frac{\delta^3}{3} \right]$$

$$\frac{2}{4} = \cancel{\delta} - \frac{\delta^2}{2} + \delta$$

$$v = \frac{1-y' e^{2\sqrt{\mu}}}{2\sqrt{\mu} y' e^{\frac{2}{3}\sqrt{\mu}}}$$

$$\cancel{2\delta^2} \quad \cancel{\delta^3}$$

$$\frac{4\mu y'}{(1-y')^2} = 2 - \frac{(1-y' - y'z\sqrt{\mu})^2}{4\mu y'(1+z\sqrt{\mu})} = 2 - \frac{(1-y')^2}{4\mu y'} + \underbrace{\frac{(1-y') z \sqrt{\mu}}{2\mu} + \frac{(1-y')^2 z \sqrt{\mu}}{4\mu y'}}_{\text{crossed out}}$$

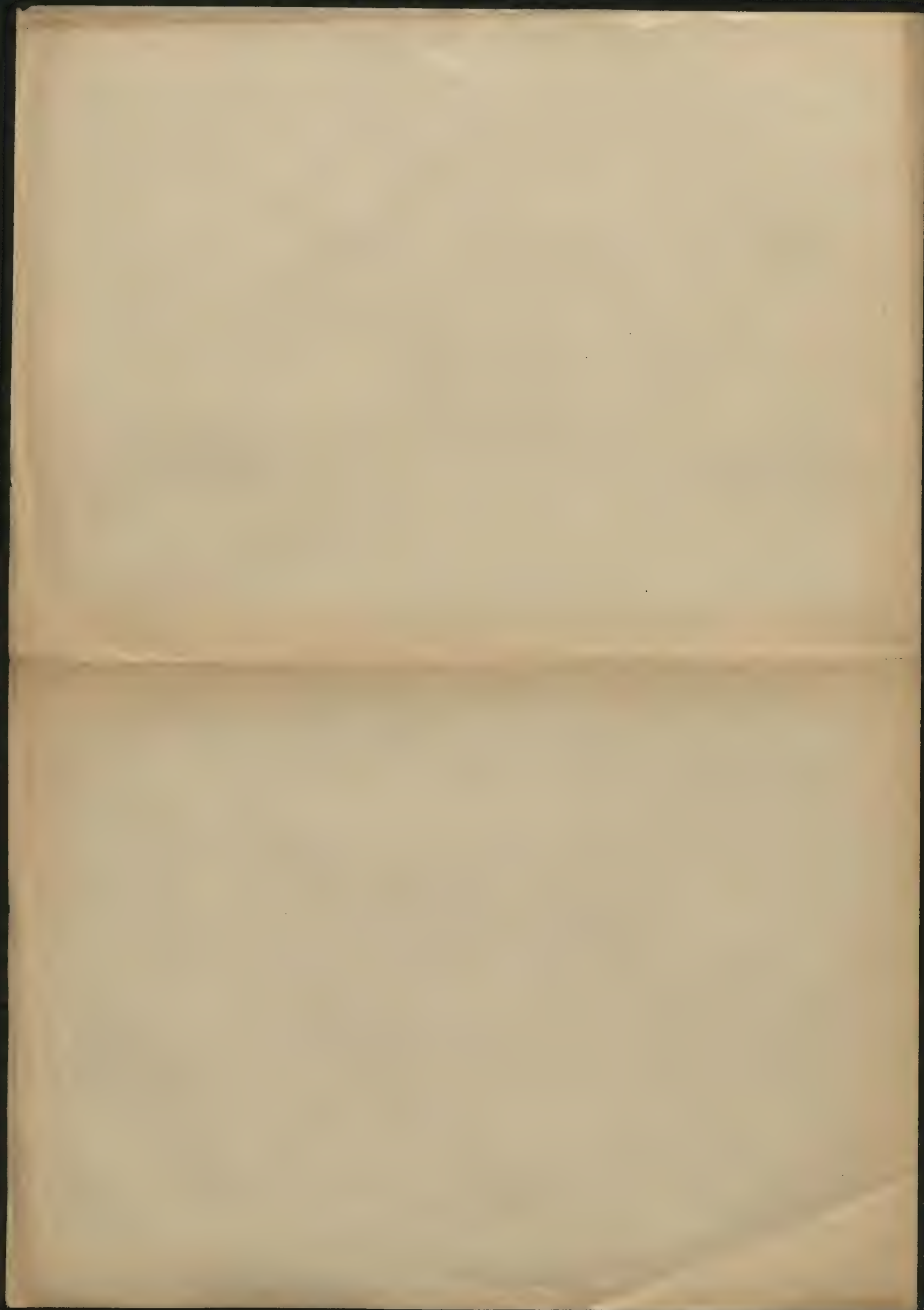
$$+ \frac{2(1-y')}{4\mu y' \sqrt{\mu}} [(1-y')^2 + 2y']$$

$$= \frac{2(1-y'^2)}{4\mu y' \sqrt{\mu}}$$









$$n_1 = \frac{4\beta y' e^{\frac{x\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{[1 - y' e^{\frac{x\sqrt{2\mu c}}{\xi}}]^2} \quad x < \xi$$

$$\beta y' e^{\frac{x\sqrt{2\mu c}}{\xi}} = f_c(\alpha, c, \xi)$$

$$n_1 = \frac{c^2}{n_2} = c \left[ \frac{y' e^{\frac{x\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1}{y' e^{\frac{x\sqrt{2\mu c}}{\xi}} + 1} \right]^2 \quad x > \xi$$

$$y > 1$$

$$I). \quad n_1 = n_2 \quad |_{x=\xi}$$

$$II). \quad \int_0^a n_1 dx = \int_a^\infty (n_2 - n_1) dx$$

$$III). \quad \frac{c^2}{n_1} \Big|_a + n_1 \Big|_0 = 2c$$

$$(I). \quad \frac{4\beta y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{[1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}]^2} = c \left[ \frac{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1}{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} + 1} \right]^2$$

$$(III). \quad \cancel{c^2 \left[ \frac{1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{4\beta y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}} + c \right]} c \left[ \frac{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} + 1}{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1} \right]^2 + \frac{4\beta y'}{(1 - y')^2} = 2c$$

$$\rho \sim c$$

$$a \sim \frac{1}{cx^2}$$

$$(II). \quad 4\sqrt{\frac{\rho}{2\mu}} \left[ \frac{1}{1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}} - \frac{1}{1 - y'} \right] = \frac{\rho c}{\sqrt{2\mu c}} \left[ \frac{-y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{2[y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1]} + \frac{1}{4} \ln \left[ \frac{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} + 1}{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1} \right] \right]$$

As  $c \rightarrow 0$ :

$$\frac{4\beta y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{[1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}]^2} = 0$$

$$4\beta y' = 0$$

$$4\sqrt{\frac{\rho}{2\mu}} [\dots] = 0$$

}  $\rho = 0$

$$y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} = a$$

$$y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} = b$$

$$\cancel{(I). \quad \frac{4\beta y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{[1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}]^2} = c \left[ \frac{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1}{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} + 1} \right]^2}$$

$$(II). \quad \sqrt{\frac{\rho}{2\mu}} \left[ \frac{1}{1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}} - \frac{1}{1 - y'} \right] = \frac{\rho c}{\sqrt{2\mu c}} \left[ \frac{-y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1} + \frac{1}{2} \ln \left( \frac{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} + 1}{y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} - 1} \right) \right]$$

as  $y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}} \neq 1$

$$\frac{4\beta y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}}{[1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}]^2} = c \left[ \frac{y' - 1}{y' + 1} \right]^2$$

$$\sqrt{\frac{\rho}{2\mu}} \left[ \frac{1}{1 - y' e^{\frac{\xi\sqrt{2\mu c}}{\xi}}} - \frac{1}{1 - y'} \right] = \sqrt{c} \left[ \frac{-y'}{y' - 1} + \frac{1}{2} \ln \left( \frac{y' + 1}{y' - 1} \right) \right]$$

$$c \left[ \frac{y' + 1}{y' - 1} \right]^2 + 4\beta y' = 2c$$

Supp.  $v = 1 + \delta$

~~$\frac{1}{2} (1 - 1 - 2\delta)$~~

$(2 + 2\delta - 1 - 3\delta) e^{\mu^2} = \left[ 1 - (1 - 2\delta) \frac{e^{\mu^2}}{\mu} \right]^2$

$e^{\mu^2} = \left[ 1 + \delta - (1 - \delta) \frac{e^{\mu^2}}{\mu} \right]^2 = \left[ 1 - \frac{e^{\mu^2}}{\mu} + \delta \left( 1 + \frac{e^{\mu^2}}{\mu} \right) \right]^2$

$\sqrt{\mu} \left\{ \frac{1}{1 - (1 - 2\delta) \frac{e^{\mu^2}}{\mu}} - \frac{1}{1 - \frac{1 - 2\delta}{\mu}} \right\} = -\frac{\sqrt{\mu}}{2} + \frac{\sqrt{\mu}}{2} + \frac{1}{2} \left( \sqrt{\mu} - \frac{\sqrt{\mu}}{2} \right) = 0$

u bardzo miedzi!

$\frac{1-v^2}{4v} = \frac{-2\delta - \delta^2}{4(1+\delta)} = -\frac{\delta}{2} \frac{1+\frac{\delta}{2}}{1+\delta} = -\frac{\delta}{2} \left( 1 + \frac{\delta}{2} \right)$

$\left( \frac{2\delta + \delta^2}{4} \right) [1 - \delta - \delta^2]$

$= -\frac{\delta}{4} [2 + \delta^2 - 2\delta - \delta^2 - 2\delta^2 - 2\delta^3]$

$= -\frac{\delta}{2} + \frac{\delta^2}{4} + \frac{3\delta^3}{4} + \frac{\delta^4}{4}$

$= \left( \frac{3}{4} + \frac{1}{6} \right) \delta^3 = \frac{11}{12} \delta^3$

~~$\mu = \frac{p}{c} = \frac{h}{c} \left( \frac{x e^{\frac{\sqrt{2}ac}{\mu}} + 1}{x e^{\frac{\sqrt{2}ac}{\mu}} - 1} \right)$~~

wyznacz 2 typy prędkości w atomie dane

$\mu = \mu_0 = \frac{p_0}{c} = \frac{h}{c} \frac{v_0}{\sqrt{2ac}}$

$v = v_0 = \frac{x e^{\frac{\sqrt{2}ac}{\mu}} + 1}{x e^{\frac{\sqrt{2}ac}{\mu}} - 1} = \text{const}$

$x e^{\frac{\sqrt{2}ac}{\mu}} = \frac{v+1}{v-1}$

$x = \frac{v+1}{v-1} e^{-\frac{\sqrt{2}ac}{\mu}}$

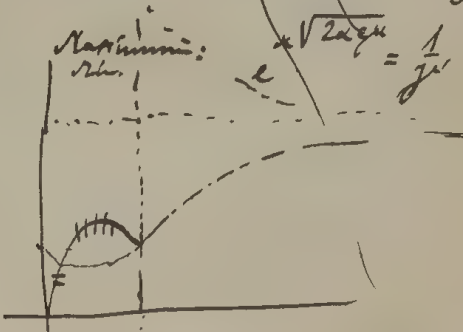
zatem:

$n_1 = c \left[ \frac{\frac{v+1}{v-1} e^{-\frac{(x-\xi)\sqrt{2}ac}{\mu}} - 1}{\frac{v+1}{v-1} e^{-\frac{(x-\xi)\sqrt{2}ac}{\mu}} + 1} \right]^2 \quad \xi < x < \infty$

$n_1 = \frac{4c (x \mu')^2 e^{-\frac{x\sqrt{2}ac}{\mu}}}{[1 + \mu' e^{-\frac{x\sqrt{2}ac}{\mu}}]^2}$

$\frac{d}{dx} \left[ \frac{(1 - \mu'^2)^2}{2} \right] = -\frac{1}{2} + \mu'^2 = 0$

$\mu' = \frac{1}{2}$



$n_1$  musi osiągnąć wartość większą niż 1!



Wirdy sein  $y, y', \mu, z$  } 3 räume

rotun  $y = f_1(z)$

$z = \xi \sqrt{2\alpha c}$

$\mu = \frac{\beta}{c}$

$y' = f_2(z)$

$\mu = f_3(z)$

Da  $c=0$

$z=0$

~~many  $\mu=0$~~

(I)  $\frac{4\mu y'}{[1-y']^2} = \left[ \frac{y-1}{y+1} \right]^2$

(III)  $\left[ \frac{y'}{1-y} \right]^2 = \frac{1}{4\mu} \left[ 2 - \left( \frac{y+1}{y-1} \right)^2 \right]$

(II)  $\sqrt{\mu} \left[ \frac{1}{1-y} - \frac{1}{1-y'} \right] = \frac{y}{1-y^2} + \frac{1}{2} \log \left( \frac{y+1}{y-1} \right) = 0$

$\frac{y+1}{y-1} = v_0$

$\frac{1}{1-y^2} = \frac{1-v^2}{4v}$

$= \frac{1}{4} (e^{-y} - e^y)$

$\frac{y+1}{y-1} = e^y$

$y = \frac{1}{2} (e^y - e^{-y})$

(I II)  $\left( \frac{y-1}{y+1} \right)^2 = 2 - \left( \frac{y+1}{y-1} \right)^2$

~~$v^2 = 2 + \frac{1}{v^2} = 0$~~

$\frac{4\mu y'}{(1-y')^2} = 1$

$4\mu y' = (1-y')^2$

$\mu = \frac{(1-y')^2}{4y'}$

$\frac{y-1}{y+1} = 1$

$y = \infty$

~~$\frac{4\mu y'}{(1-y')^2} = 2 - \frac{(1-y')^2}{4\mu y'}$~~

~~$\frac{y' z/\mu}{(1-y')^2} =$~~

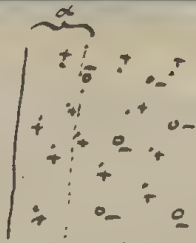
~~$\frac{4\mu y'}{(1-y')^2} = 2 - \frac{[1 - y' e^{2\sqrt{\mu}}]}{4\mu y' e^{2\sqrt{\mu}}}$~~

$\sqrt{\mu} \left[ \frac{1}{1-y' e^{2\sqrt{\mu}}} - \frac{1}{1-y'} \right] = \frac{1}{4} \frac{2\sqrt{\mu} y' e^{\frac{2\sqrt{\mu}}{2}}}{1-y' e^{2\sqrt{\mu}}} - \frac{1}{4} \frac{1-y' e^{2\sqrt{\mu}}}{2\sqrt{\mu} y' e^{\frac{2\sqrt{\mu}}{2}}} + \frac{1}{2} \log \left( \frac{1-y' e^{2\sqrt{\mu}}}{2\sqrt{\mu} y' e^{\frac{2\sqrt{\mu}}{2}}} \right)$

$= \frac{1}{2} \sqrt{\mu} y' \frac{1 - \frac{2\sqrt{\mu}}{2}}{1-y' - y' e^{2\sqrt{\mu}}}$

$\left[ \frac{1 - \frac{2\sqrt{\mu}}{2}}{1-y'} + \frac{y' e^{2\sqrt{\mu}}}{1-y'} \right] - \frac{1}{8} \frac{1}{\sqrt{\mu} y'} \left[ 1-y' - y' e^{2\sqrt{\mu}} + \frac{2\sqrt{\mu}}{2} \right]$

$$p = \varepsilon [N_c u_c v_c - N_a u_a v_a]$$



$$+ RT N_c \frac{\partial u_c}{\partial x} dx = \left[ \int_0^x - \int_x^\infty p dx \right] \cdot \frac{2n}{K} \cdot u_c N_c \varepsilon \frac{1}{v_c}$$

$$= - \frac{4n}{K} \varepsilon u_c N_c \int_x^\infty p dx$$

$$\int_0^\infty p dx = 0 \quad \text{also taken} \quad \int_{-\infty}^\infty = 0 \quad (1.2)$$

$$\int_0^x = - \int_x^\infty$$

$$\frac{4n p \varepsilon}{KRT} = \frac{1}{u_c} - \frac{1}{u_c} \frac{1}{u_c} \frac{\partial u_c}{\partial x} = \frac{1}{v_a} \frac{1}{u_a} \frac{\partial u_a}{\partial x}$$

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -p \varepsilon$$

$$= - \frac{1}{v_c} \frac{\partial}{\partial x} (\log u_c) = \frac{1}{v_a} \frac{\partial}{\partial x} (\log u_a)$$

~~u\_a u\_c~~

$$\frac{\partial}{\partial x} \log(u_a^{1/2} u_c^{1/2}) = 0$$

$$u_a^{1/2} \cdot u_c^{1/2} = \text{const}$$

$$\frac{4n p \varepsilon}{KRT} N_c u_c v_c = - N_c \frac{\partial u_c}{\partial x}$$

$$N_a u_a v_a = N_a \frac{\partial u_a}{\partial x}$$

$$\frac{4n p}{KRT} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (N_c u_c + N_a u_a)$$

$$\log u_a^{1/2} = \frac{4n p \varepsilon}{KRT} x + \text{const} = - \log u_c^{1/2}$$

$$= \frac{4n \varepsilon}{KRT} \int_0^x p dx + \text{const}$$

$$x = \infty: \quad \text{const} = \log u_{a0}^{1/2} = \log u_{c0}^{1/2}$$

$$u_a = u_c = 1 \quad \text{const} = 0$$

$$u_a^{1/2} = e^{\frac{4n \varepsilon}{KRT} \int_0^x p dx} = \left[ u_c^{1/2} \right]^{-1}$$

$$N_c (u_c - 1) + N_a (u_a - 1) = \frac{2n}{KRT} p^2$$

$$C = N_c u_c = N_a u_a$$

$$\frac{u_c - 1}{v_c} + \frac{u_a - 1}{v_a} = \frac{2n}{CKRT} p^2$$

$$p_1 - p_2 = \frac{2n}{K} \int_0^\infty \int_0^x p dx$$

$$= \int_0^\infty x p dx - \int_0^\infty x p dx$$

$$\neq \varepsilon p_0$$

$$\frac{4n \varepsilon^2}{KRT} \int_0^\infty [N_c u_c v_c - N_a u_a v_a] dx = - \frac{1}{v_c} \frac{\partial}{\partial x} (\log u_c)$$

$$\frac{4n \varepsilon^2}{KRT} (N_c u_c v_c - N_a u_a v_a) = \frac{1}{v_c} \frac{\partial^2}{\partial x^2} (\log u_c) = - \frac{1}{v_a} \frac{\partial^2}{\partial x^2} (\log u_a)$$

$$\frac{4n \varepsilon^2}{KRT} N_c u_c v_c = v_c = v_a = 1$$

$$u_c = - \frac{1}{u_a} \quad N_c = N_a = C$$

$$\frac{4n \varepsilon^2}{KRT} (N_c u_c - N_a u_a) = \frac{4n \varepsilon^2 C}{KRT} \left( u_c - \frac{1}{u_c} \right) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} (\log u_c)$$



$$x < \alpha$$

$$\rho = \varepsilon N_c u_c v_c$$

$$\frac{4\pi\varepsilon^2 C}{KRT} u_c = \frac{1}{u_c} \frac{\partial}{\partial x} \log(u_c)$$

$$= \frac{1}{u_c} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{1}{u_c} \frac{\partial u_c}{\partial x} \right) = \frac{1}{u_c} \left[ \frac{1}{u_c} \frac{\partial^2 u_c}{\partial x^2} - \frac{1}{u_c^2} \left( \frac{\partial u_c}{\partial x} \right)^2 \right]$$

$$\frac{1}{u_c} \frac{\partial u_c}{\partial x} = \frac{1}{u_c} \frac{\partial u_c}{\partial x}$$

$$\int \frac{dx}{x \sqrt{x-a}} = \frac{1}{\sqrt{a}} \log \frac{\sqrt{x-a} + \sqrt{a}}{\sqrt{x-a} - \sqrt{a}} = \frac{2}{\sqrt{a}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x-a}{a}}$$

$$\int \frac{2y dy}{(a+y^2) \sqrt{x}} = \int \left[ \frac{-y}{a+y^2} + \frac{1}{y} \right] 2y dy = 2 \int dy \left[ 1 - \frac{y^2}{a+y^2} \right] = 2 \int dy \frac{a}{a+y^2} = 2 \operatorname{arctg} \frac{y}{\sqrt{a}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{a}} \operatorname{arctg} \frac{y}{\sqrt{a}} = \frac{2}{\sqrt{a}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x-a}{a}} = \frac{2}{\sqrt{a}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x}{a} - 1}$$

$$x \sqrt{2\beta} + \text{const} = \frac{2}{\sqrt{u_0}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{u_c}{u_0} - 1}$$

albo tui żródła a z-ke pływ:

$$\int \frac{dx}{x \sqrt{x+a}} = \int \frac{2y dy}{(y^2+a) \sqrt{x}} = \frac{1}{\sqrt{a}} \log \frac{y-\sqrt{a}}{y+\sqrt{a}} = \frac{1}{\sqrt{a}} \log \frac{\sqrt{x+a}-\sqrt{a}}{\sqrt{x+a}+\sqrt{a}}$$

$$x \sqrt{2\beta} + \text{const} = \frac{1}{\sqrt{u_0}} \log$$

$$= \frac{1}{\sqrt{u_0}} \log \frac{\sqrt{u_c+u_0} - \sqrt{u_0}}{\sqrt{u_c+u_0} + \sqrt{u_0}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{u_0}} \log \frac{\sqrt{1+\frac{u_c}{u_0}} - 1}{\sqrt{1+\frac{u_c}{u_0}} + 1}$$

$$\frac{u_c}{u_0} = \frac{4e^{x\sqrt{2\beta}u_0 + \text{const}}}{[1 - e^{x\sqrt{2\beta}u_0}]^2}$$

to samo co dawny! main problem!

$$\frac{4\pi\varepsilon^2 C}{KRT} e^y = \frac{dy}{dx}$$

~~Y=0~~

$$2\beta e^y = \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 + 2\beta u_0$$

$$\frac{dy}{\sqrt{2\beta e^y + 2\beta u_0}} = dx$$

$$\frac{1}{u_c} \frac{du_c}{\sqrt{2\beta(u_c - u_0)}} = dx$$

$$x=\alpha \quad u_c = u_0 \quad (I)$$

$$\int_0^\alpha \rho dx + \int_\alpha^\infty \rho dx = 0 \quad (II)$$

(III)

Nie jest możliwe, żeby w pewnym miejscu nie było jonów i na skutek tego jonów - na skutek tego jonów

nie ma jonów w pewnym miejscu i dlatego

$$u_c \Big|_{x=0} + u_a \Big|_{x=\alpha} = 2$$

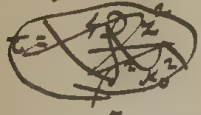
$$a = \frac{\sqrt{1+2} - 1}{\sqrt{1+2} + 1}$$

$$a[\sqrt{1+2} + 1] = \sqrt{1+2} - 1$$

$$\sqrt{1+2} = \frac{1+a}{1-a}$$

$$2 = \left( \frac{1+a}{1-a} \right)^2 - 1 = \frac{4a}{(1-a)^2}$$

$$\tau = \frac{4z^2}{D} \left( \frac{z}{x_0} \right)^2$$



wo  $z$  <sup>eine Zahl bedeutet, welche</sup> ~~das~~ die Gleichung

$$\int_{-\infty}^z e^{-x^2} dx = \frac{1}{2} \int_z^{\infty} e^{-x^2} dx$$

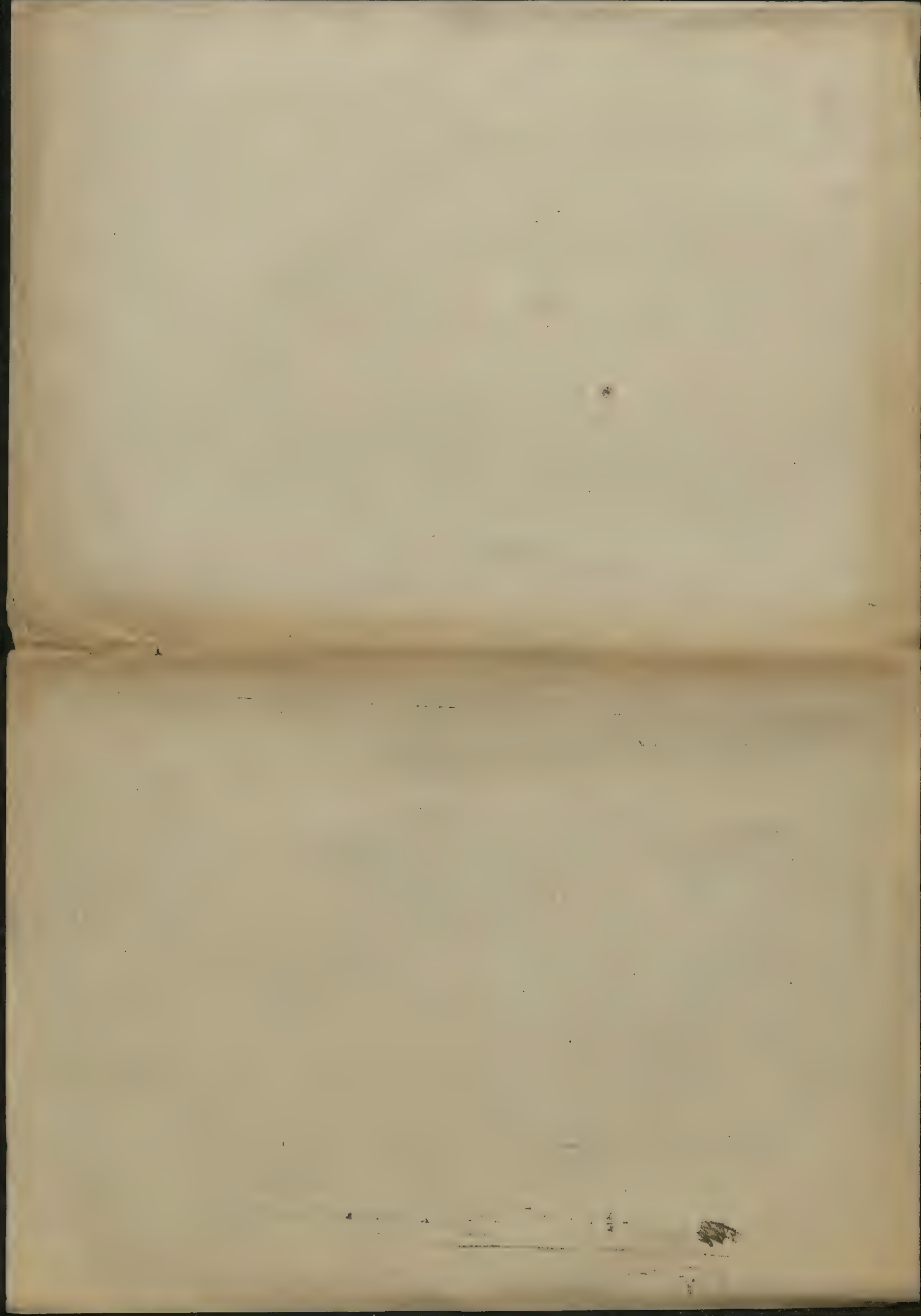
erfüllt, ~~das~~ das ist ungefähr  $z =$

Das Intervall  $\tau$ , nach dessen Verlauf die große Mehrzahl der Teilchen ~~hat~~ bereits ~~die~~ eine geringere elongation ~~als am Anfang~~ angenommen hat, ist also umgekehrt proportional dem (im Vergleich zum Anfangspunkt)

Quadrat des ~~Verhältnisses~~ <sup>Verhältnisses</sup> der Anfangs- zur mittleren Schwingung.

Im ~~Abnehmen~~ Durchschnitt bewegen







Somit erfolgt die Abnahme der Gesamtzahl der Einzelteilchen nach der Formel:

$$\frac{dv_1}{dt} = -4\pi R D_{11} v_1^2, \quad (5)$$

welche genau der Kinetik einer bimolekularen chemischen Reaktion entspricht und durch Integration liefern würde:

$$v_1 = \frac{v_0}{1 + 4\pi R D_{11} v_0 t} = \frac{v_0}{1 + 8\pi D R v_0 t}. \quad (6)$$

Dazu ist aber eine wichtige Ergänzung hinzuzufügen. Es wirken ja auch die bereits gebildeten Doppelteilchen, dreifachen Teilchen usw. als Koagulationskerne und als Koagulationsmaterial weiter, allerdings in einer Weise, welche sich nicht so leicht genau berechnen läßt, ja die Gestalt der mehrfachen Teilchen nicht kugelförmig ist. Bezeichnen wir die augenblickliche Anzahl der  $m$ -fachen Teilchen mit  $v_m$ , so gelten offenbar Gleichungen von der Gestalt:

$$\frac{1}{4\pi} \frac{dv_1}{dt} = -D_{11} R_{11} v_1^2 - D_{12} R_{12} v_1 v_2$$

$$-D_{13} R_{13} v_1 v_3 - \dots$$

$$\frac{1}{4\pi} \frac{dv_2}{dt} = \frac{1}{2} D_{11} R_{11} v_1^2 - D_{12} R_{12} v_1 v_2$$

$$-D_{23} R_{23} v_2 v_3 - \dots$$

$$\frac{1}{4\pi} \frac{dv_3}{dt} = D_{12} R_{12} v_1 v_2 - D_{13} R_{13} v_1 v_3$$

$$-D_{23} R_{23} v_2 v_3 - D_{38} R_{38} v_3^2 - \dots$$

Versuch E:  $v_0 = 0,552 \cdot 10^{10}$ ;  $\gamma = 24,2 \cdot 10^{-7}$ .

t (Sek.)	$v_1$ gef.	$\beta$	$v_1$ ber.
0	1,97		1,97
2	1,35	(0,105)	1,65
5	1,19	(0,058)	1,31
10	0,89	0,0490	0,93
20	0,52	0,0475	0,54
40	0,29	0,0403	0,25

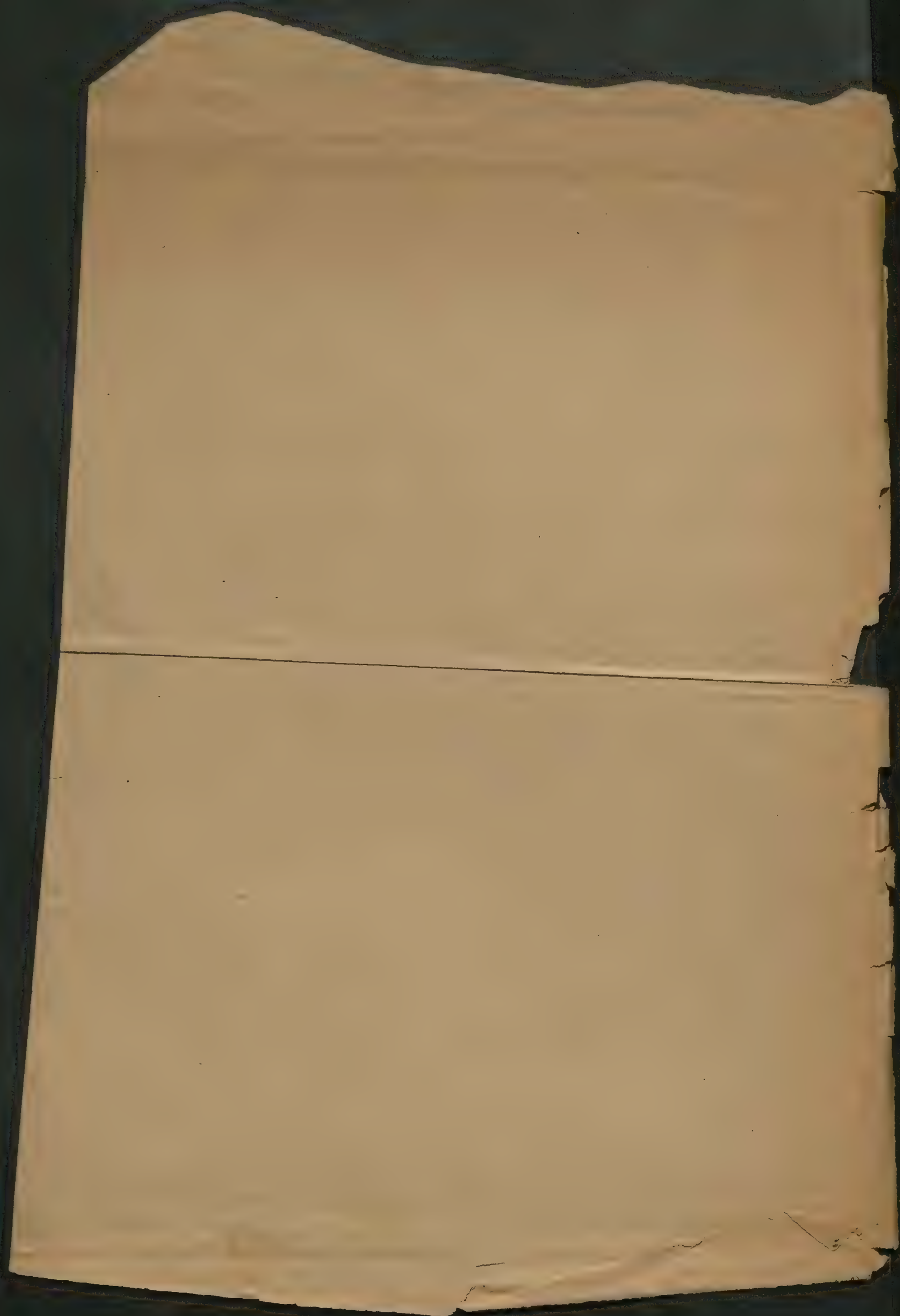
Mittel:  $\beta = 0,0456$ ;  $\frac{R}{\gamma} = 3,12$ .

Versuch F:  $v_0 = 0,27 \cdot 10^{10}$ ;  $\gamma = 24,2 \cdot 10^{-7}$ .

t (Sek.)	$v_1$ gef.	$\beta$	$v_1$ ber.
0	1,97		1,97
3	1,56	(0,040)	1,76
20	1,02	0,0195	1,04
40	0,66	0,0183	0,64
40	0,76	(0,0153)	0,64
60	0,44	0,0187	0,44
80	0,49	(0,0126)	0,31

Mittel:  $\beta = 0,0188$ ;  $\frac{R}{\gamma} = 2,63$ .

Daß die Werte für 2—5 Sekunden stärker abweichen<sup>1)</sup>, kann wohl nicht wundernehmen. Die Vernachlässigung des  $\sqrt{t}$ -Gliedes im Anfangsstadium ist dafür nicht verantwortlich, wie eine genauere Berechnung zeigt, auch kommt die betreffs der Wirkung mehrfacher Teilchen angedeutete Unsicherheit nicht in Betracht, da in diesem Gebiet beide Formeln (66) (70<sub>1</sub>) nahezu übereinstimmende Werte geben, aber zweifeln müssen die unvermeidlichen Versuchsfehler gerade bei so kurzen Zeiten.





Handwritten text in a cursive script, possibly a signature or a name, located in the upper center of the page.

beeinflussen müssen. Wie steht es aber nun um die Erscheinungen der Schwankungsgeschwindigkeit, der Brownschen Bewegung und der Diffusion, in welchen der zeitliche Verlauf in Frage kommt? Selbstverständlich müssen sich jene Abweichungen auch hier fühlbar machen, aber außerdem muß in konzentrierten Lösungen noch ein zweiter Faktor eine Rolle spielen: eine Vermehrung des Reibungskoeffizienten.

Am leichtesten lassen sich diese Verhältnisse bei der Diffusion übersehen und ließe sich die Abhängigkeit des Koeffizienten  $D$  von der Konzentration voraus berechnen, falls jene Abweichungen quantitativ bekannt wären. Falls nämlich in erster Näherung gesetzt wird:

$$p = A \varphi (1 + \alpha \varphi) \text{ und } \mu = \mu_0 (1 + \beta \varphi),$$

wovon  $\varphi$  die Volumenkonzentration bedeutet, so muß offenbar gelten:

$$D \frac{\partial}{\partial x}$$

somit

$$D = D_0 \frac{1 + 2\alpha \varphi}{1 + \beta \varphi} \neq D_0 [1 + (2\alpha - \beta) \varphi]. \quad (60)$$

Parallel damit müssen natürlich auch Änderungen in den Formeln für Brownsche Bewegung und für die Konzentrationsschwankungs-Geschwindigkeit Platz greifen, nach dem dies die

in den osmotischen Druck und

für den Diffusionsstrom

im Vergleich mit dem Wert  $D_0$  bei unendlicher Verdünnung:

Da also die Dimension der Zeit nur in kommt, der Koagulationsverlauf aber von Maßstab der Zeit unabhängig sein muß, folgt, daß derselbe notwendigerweise von Produkt  $Dt$  abhängen muß, d. h. die welche zur Erreichung eines gewissen Koagulationsgrades verstreichen muß, wird „paribus“ umgekehrt proportional sein mit  $D$ .

Da nun weiter wohl anzunehmen ist, der Radius  $R$  bei kolloidem Gold und ähnlichen Hydrosolen nur wenig mit der Temperaturänderung sein dürfte, wird der Einfluß einer Temperaturänderung nur in  $D$  zum Vorschein kommen, also wird die Koagulationsgeschwindigkeit proportional mit  $D$  wachsen, d. h. infolge der bekannten Formel (34) für  $D$ , annähernd umgekehrt proportional der Viskosität  $\mu$ . Es scheint auch, einer freundlichen Mitteilung Prof. Zsigmondy zufolge, tatsächlich der Fall zu sein.

## 2. Berechnung der Wirkung eines Adsorptionskerns.

Gehen wir nun zur detaillierten Berechnung über. Es fragt sich: Sind  $n_0$  Teilchen zur Zeit  $t=0$  in der Volumeinheit vorhanden, wie wird zur Zeit  $t$  die durchschnittliche Anzahl derjenigen Teilchen sein, welche bis dahin keiner Wirkungssphäre  $R$  in Berührung gekommen sind? Diese werden nämlich die zur Zeit  $t$  unkoagulierten Einzelteilchen. Greifen wir, anstatt den Teilchenschichten ein einzelnes Teilchen







p. 2 K. S. W., Süd, Paul Kunder

p. 3 ~~Neuzeitige~~ ~~erste~~ ~~mit~~ ~~?~~ 1800

Folz, Dürer

Richardson

Reilke

} Neuzeit

Lehrbuch der Geometrie mit ?

Neuzeitige

Abbildung - Zinnblech p. 4.

5

Planck und Kugel

Drehung

6

Ordnung 1908 Zp. 11.



$$\frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{32} = \frac{a^3}{64}$$

$$1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{8}{9}$$

$$\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{2}}$$

$$x^2 e^{-x^2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2}}$$

$$x^2 = \frac{1}{2}$$

$$e^{-x^2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{1}{mh} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{20}$$

p. 11 Süd Prop. 11

p. 13 ~~Abbildung~~ 11

14 ~~Abbildung~~ 11

15 ~~Abbildung~~ 11

16 ~~Abbildung~~ 11

17 ~~Abbildung~~ 11

18 ~~Abbildung~~ 11

19 ~~Abbildung~~ 11

Abbildung

20 ~~Abbildung~~ 11

21 ~~Abbildung~~ 11

22 ~~Abbildung~~ 11

23 ~~Abbildung~~ 11

24 ~~Abbildung~~ 11

25 ~~Abbildung~~ 11

$$\sqrt{27} = \frac{2}{5} \cdot 10^{-3}$$

$$= 4 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{3.7}{2.7} \cdot 2 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{7.4}{2.7} =$$

$$0.8975 \quad 64 \quad 11 \quad 128:3 = 43$$

$$\frac{8932}{4}$$

$$\frac{49715}{6021}$$

$$\frac{9510}{2074} = \frac{7536}{0.62215}$$

$$5541$$

$$0.30107$$

$$0.05017$$

$$0.94983$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= 4 \cdot 0.9064$$

$$19549-2$$

$$0.97745$$

$$949$$

$$49715$$

$$15052$$

$$64967$$

$$15508$$

$$15959$$

$$36256$$

$$5587$$

$$5594$$

$$14188$$

$$4771$$

$$15959$$

$$\frac{5.4}{9} \cdot 10^2 \cdot 3.10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-5})^3$$

$$= \frac{24.6}{10} \cdot 10^6$$

$$= 1.4 \cdot 10^8$$

$$= 1400 \cdot 10$$

$$38$$

$$60$$

Abbildung

#

Do każdego typu można znaleźć przykład (za Einsteinem) odmienny drogą  
choć

przez 2 porównania

$$\text{Zwarżony jest to } \int_{-\infty}^{\infty} \psi \psi^* dy = 1 \quad \int_{-\infty}^{\infty} \psi dy dy = 0 \quad \int_{-\infty}^{\infty} \psi^* \psi dy = \bar{\psi}^2$$

a dla nie warunku można (ponieważ pod założeniem że jest to błąd tak jakże jest ~~to~~ średnie odległości  $\bar{q}$  będą dostatecznie małe  
według Einsteina)

$$\text{Zmiana } |f(x) - f(x)| \text{ } \left( \begin{array}{l} \text{średnia i jest} \\ \text{wtedy jest} \end{array} \right) = \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \tau \quad \bar{q}^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2}$$

Obliczając to z rozważenia zmian dyfuzji do średniej zmian do zmian  $\tau D = \frac{\bar{q}^2}{2}$



$$\frac{n}{2^n} \parallel \frac{10}{2^{10} \cdot 10} \quad \frac{8 \cdot 10}{2^{10} \cdot 10} \quad \frac{3 \cdot 9}{2^{10} \cdot 10} \quad \frac{4 \cdot 7}{2^{10} \cdot 10} \quad \frac{2 \cdot 2 \cdot 8}{2^{10} \cdot 10}$$

$$\frac{1}{2^{10}} \quad \frac{8}{2^{10}} \quad \frac{27}{2^{10}} \quad \frac{3}{64} \quad \frac{27}{512}$$

$$\frac{1}{2^{12} \cdot 12} \left\{ 12 + 10 \cdot 12 + 8 \cdot 66 + 6 \cdot 220 + 4 \cdot 495 + 2 \cdot 792 \right\}$$

$$\frac{1}{2^{14} \cdot 14} \left\{ 14 + 12 \cdot 14 + 10 \cdot 91 + 8 \cdot 364 + 6 \cdot 1001 + 4 \cdot 2002 + 2 \cdot 3003 \right\}$$

$$16 + 14 \cdot 16 + 12 \cdot 120 + 10 \cdot 560 + 8 \cdot 1820 + 6 \cdot 4368 + 4 \cdot 8008 + 2 \cdot 11440$$

$$\begin{array}{r} 11440 \\ 16016 \\ 13104 \\ 7280 \\ 2800 \\ 720 \\ 112 \\ 8 \end{array}$$

$$51480 = 2^{10} \cdot 16$$

$$6435 \cdot 2^{14} = 5 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13$$

$$\begin{array}{r} 1287 \\ 117 \end{array}$$

$$18 + 18 \cdot 16 + 14 \cdot 153 + 12 \cdot 816 + 10 \cdot 3060 + 8 \cdot 8568 + 6 \cdot 18564 + 4 \cdot 31824 + 2 \cdot 43758 + 11468$$

$$\begin{array}{r} 43758 \\ 63648 \\ 55692 \\ 34272 \\ 15300 \\ 4896 \\ 1071 \\ 144 \\ 9 \end{array}$$

$$218790 : 2^{18} \cdot 18 =$$

$$= 24310 : 2^{19}$$

$$= 12155 : 2^{18} = \frac{5 \cdot 2431}{2^{18}}$$

$$= \frac{5 \cdot 11 \cdot 221}{2^{18}} = \frac{5 \cdot 11 \cdot 13 \cdot 17}{2^{18}}$$

$$= \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11^2}{2^{18}}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 180 \\ 1520 \\ 7980 \\ 29070 \\ 77520 \\ 155040 \\ 232560 \\ 251940 \\ 167960 \\ 923780 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 180 \\ 1520 \\ 7980 \\ 29070 \\ 77520 \\ 155040 \\ 232560 \\ 251940 \\ 167960 \\ 923780 \end{array}$$

$$923780 : 2^{20} \cdot 20 =$$

$$= 83980 : 2^{21}$$

$$46189$$

$$\begin{array}{r} 323 \cdot 13 \\ 4199 \cdot 11 \\ 20 \end{array}$$

$$\sin^2 x = \frac{10^3}{10^4 \cdot x}$$

$$\sum_{n=1}^{2m} \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot \dots \cdot (2n-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10 \cdot \dots \cdot 2n} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} x \, dx = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 x + \sin^4 x + \sin^6 x + \dots + \sin^{2m} x \, dx$$

$$= \frac{2}{\pi} \int_0^1 \frac{z^2 - z^{2m+2}}{(1-z^2)^{3/2}} dz = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \frac{z^2}{\sqrt{(1-z^2)^3}} (1-z^{2m}) dz$$

$$\frac{\sin^2 x - \sin^{2m+2} x}{1 - \sin^2 x} = \tan^2 x [1 - \sin^{2m} x]$$





32  
35

~~92 5 1~~  
773.7

1004  
126

$$\begin{array}{r} 1024, 04 \\ \underline{6144} \\ 4096 \\ \underline{05516} \end{array}$$

173152  
12870

~~$$\frac{57}{32} \quad \frac{16}{22}$$~~

$$\begin{array}{r} 251 \\ 502 \\ \hline 250 \end{array} \quad \begin{array}{r} 22 \\ \hline 54 \end{array}$$

8.4.

~~565~~ = 5.113

~~1430~~ ~~1430~~

~~519~~ ~~519~~

2. 254

$$\begin{array}{r} \cancel{10822} \quad 5411 \\ \hline 4982. \quad 4 \end{array}$$

$$\frac{8+1}{8} \cdot \frac{[2(8+1)+5]}{2(8+1)} \cdot \frac{\{8[2(8+1)+5] + 5 \cdot 7\}}{8[2(8+1)+5]} \cdot \frac{[2]}{2} \cdot \frac{[7]}{7}$$

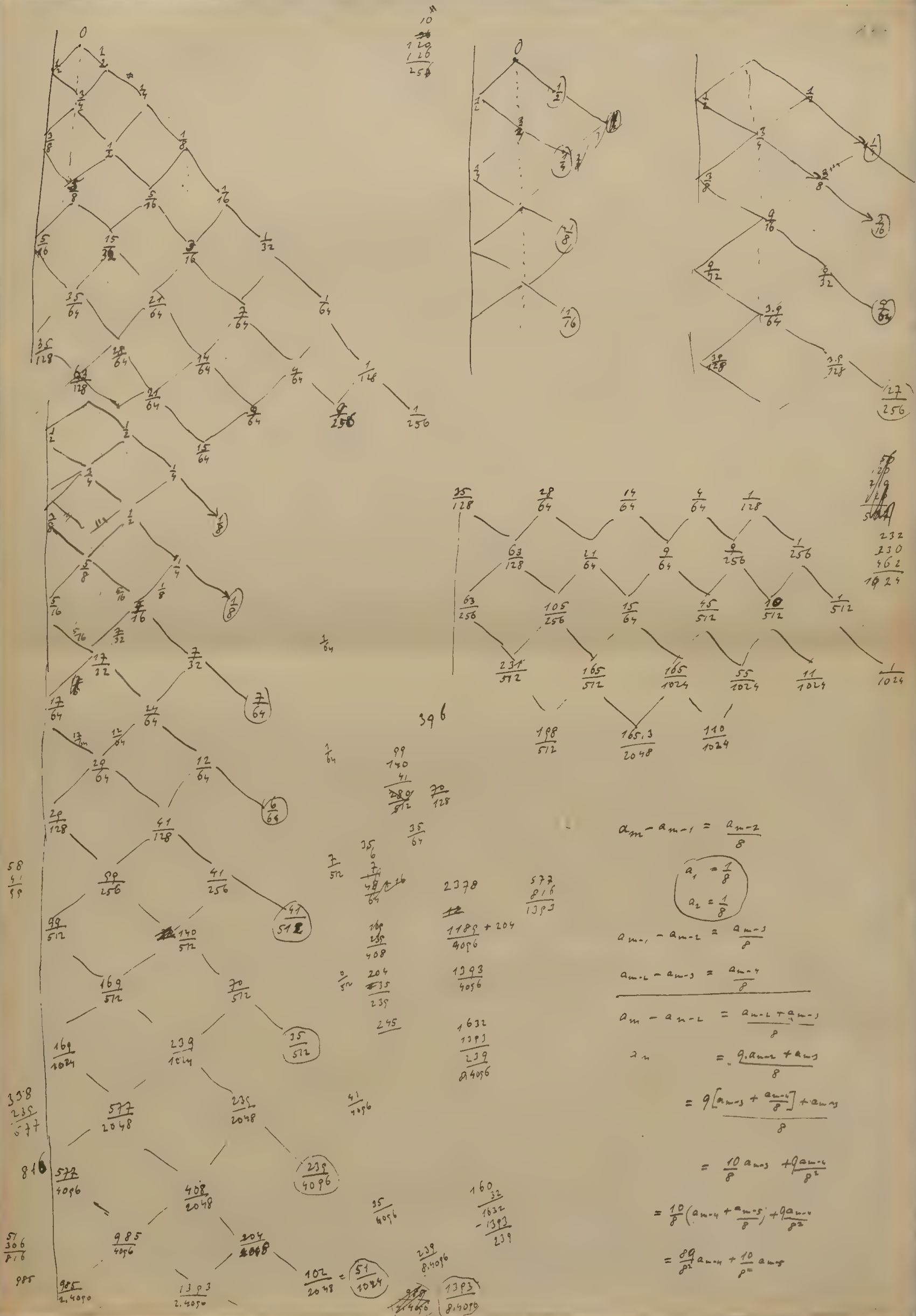
$$\frac{8+3}{8} \quad \frac{2(8+3)+5}{2.8} \quad \frac{8[2(8+3)+5]+5.7}{2.8^2}$$

$$\begin{array}{r} 4.8 + 4.3 + 10 \\ \hline 4.8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4.4.8 + 4.4.3 + 40 + 35 \\ \hline 4.4.8 \end{array}$$

$$\left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} + \dots + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot (2n-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot \dots \cdot 2n} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{(1, 4, 6, 8, \dots, 2n) + (1, 3, 6, 8, 10, \dots, 2n) + (1, 3, 5, 8, 10, 12, \dots, 2n) + \dots + (1, 3, 5, 7, \dots, (2n-1))}{2, 4, 6, 8, \dots, 2n} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{3}{4} \left[ 1 + \frac{5}{6} \left[ 1 + \frac{7}{8} \left[ 1 + \frac{2n-1}{2n} \right] \right] \right] \right]$$





$$C = C_1 + \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{Dt}}} e^{-y^2} dy$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = e^{-\frac{x^2}{4Dt}} \frac{1}{2\sqrt{Dt}}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} = e^{-\frac{x^2}{4Dt}} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \frac{1}{2\sqrt{Dt}}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} = e^{-\frac{x^2}{4Dt}} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \frac{1}{2\sqrt{Dt}}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}$$

$$\frac{A^2}{n^2} = \frac{A_1}{2} \Delta x = \frac{2x}{2}$$

Drillman

A. W. W. W.

$$\frac{A}{n} = \frac{A_1}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2}{n}} \sqrt{\Delta x^2}$$

$$\frac{A^2}{n^2} = \frac{1}{2n} \frac{2Dt}{2} = \frac{Dt}{n}$$

st. W. W.

$$\frac{A^2}{n^2} = \frac{t}{n} D$$

Wärmeleitung Problem:

Aufgabe: konstante Temperatur  $\theta_1$ ; sodann von  $t=0$  an, die die Temp. in jedem diskreten Punkte auf  $\theta_0$  dauernd erhalten. Wie wird der allgemeine Zustand und welcher Verlauf sein?

Ein Rand, an dem alle aufeinander stehenden Teilchen anklappen (bei maximaler Verdichtung), kann ersetzt werden durch ein symmetrisches gleiches negatives Pulldensystem

+8

-8

Verteilungsfunktion d. Liniendichten

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \gamma \frac{\partial u}{\partial x} \quad ? \text{ Particulars Quellen-Integral?}$$

$$\text{mit } \frac{\partial}{\partial t} \int u dx = D \frac{\partial u}{\partial x} + \gamma u$$

Wurde sollte man auch + Formel in partikuläre Integral darstellen - für

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \gamma u \frac{\partial u}{\partial x}$$

$$u = \frac{1}{\sqrt{4Dt}} e^{-\frac{(x-\gamma t)^2}{4Dt}}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{du}{dx} \frac{\partial z}{\partial x} = -2z e^{-z^2} \frac{\partial z}{\partial x}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x^2} = 4z^2 e^{-z^2} \left( \frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 - 2 e^{-z^2} \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = -2z e^{-z^2} \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$$

$$-2z \frac{\partial z}{\partial t} = D \left[ 4z^2 - 2 \right] \frac{\partial z}{\partial x} + \gamma \cdot 2z \frac{\partial z}{\partial x}$$

$$+ \frac{x-\gamma t}{\sqrt{4Dt}} \frac{1}{\sqrt{4Dt}} = D \left[ \frac{(x-\gamma t)^2}{4Dt} - 2 \right] \frac{1}{\sqrt{4Dt}} + \gamma \frac{x-\gamma t}{\sqrt{4Dt}} \frac{1}{\sqrt{4Dt}}$$

$$+ \frac{x-\gamma t}{\sqrt{4Dt}} \frac{1}{\sqrt{4Dt}} + \frac{x}{\sqrt{4Dt}} \frac{1}{\sqrt{4Dt}} + \frac{\gamma}{\sqrt{4Dt}} \frac{1}{\sqrt{4Dt}} = \gamma$$

$$u = e^{-z^2}$$

$$-\frac{\partial z}{\partial t} = D \left[ \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \right] - \gamma \frac{\partial z}{\partial x}$$

$$z = e^{\alpha t + \beta x + \gamma z}$$

$$(\alpha + \alpha x) = (4\beta^2 + \gamma^2) z$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = -\frac{1}{5} \frac{\partial u}{\partial x}$$

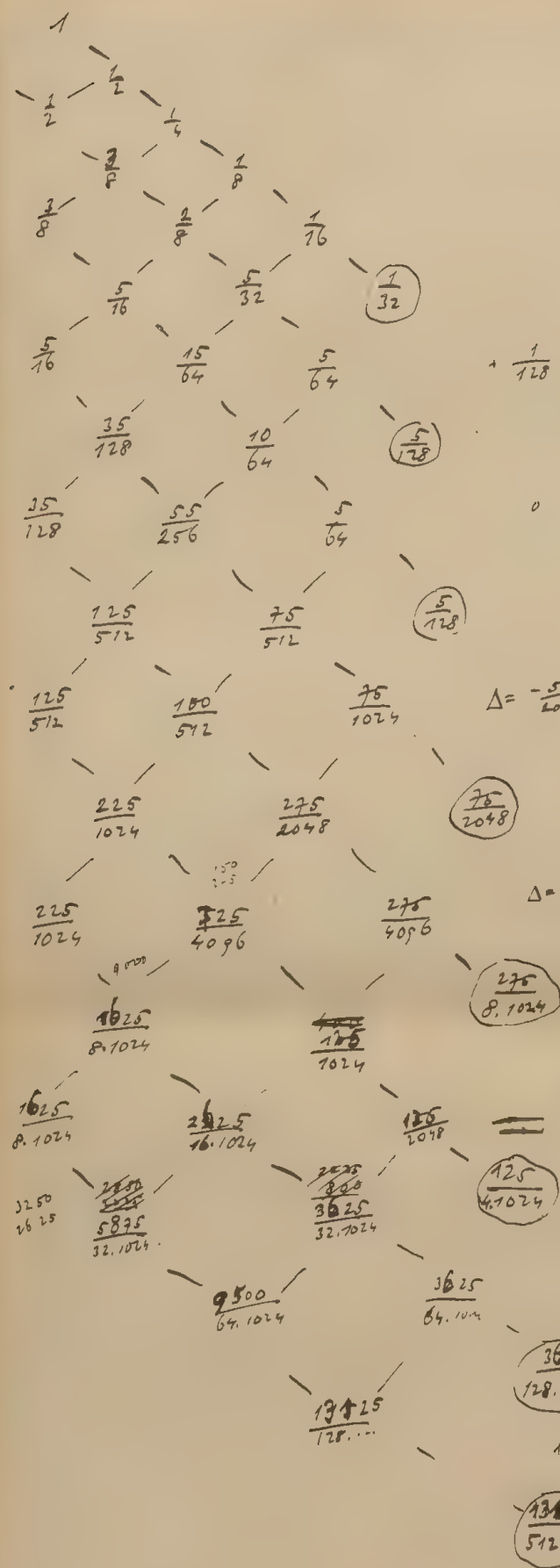
$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = -\frac{1}{5} \frac{\partial u}{\partial x}$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = -\frac{1}{5} \frac{\partial u}{\partial x}$$

$$D \frac{\partial}{\partial x} \left[ e^{-\frac{x^2}{4Dt}} \frac{\partial u}{\partial x} \right] = \left[ D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \gamma \frac{\partial u}{\partial x} \right] e^{-\frac{x^2}{4Dt}} = e^{-\frac{x^2}{4Dt}} \frac{\partial u}{\partial t}$$

$$a_n - a_{n-1} = -\frac{5}{64} a_{n-3}$$

$$a_n = a_{n-1} - \frac{5}{64} a_{n-3}$$



$$\binom{n+1}{k+1} = \binom{n}{k} + \binom{n}{k+1}$$

$$\binom{n-8}{4} = \binom{n-9}{3} + \binom{n-9}{4}$$

$$\binom{n}{k} = \frac{n(n-1) \cdots (n-k+1)}{1 \cdot 2 \cdots k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

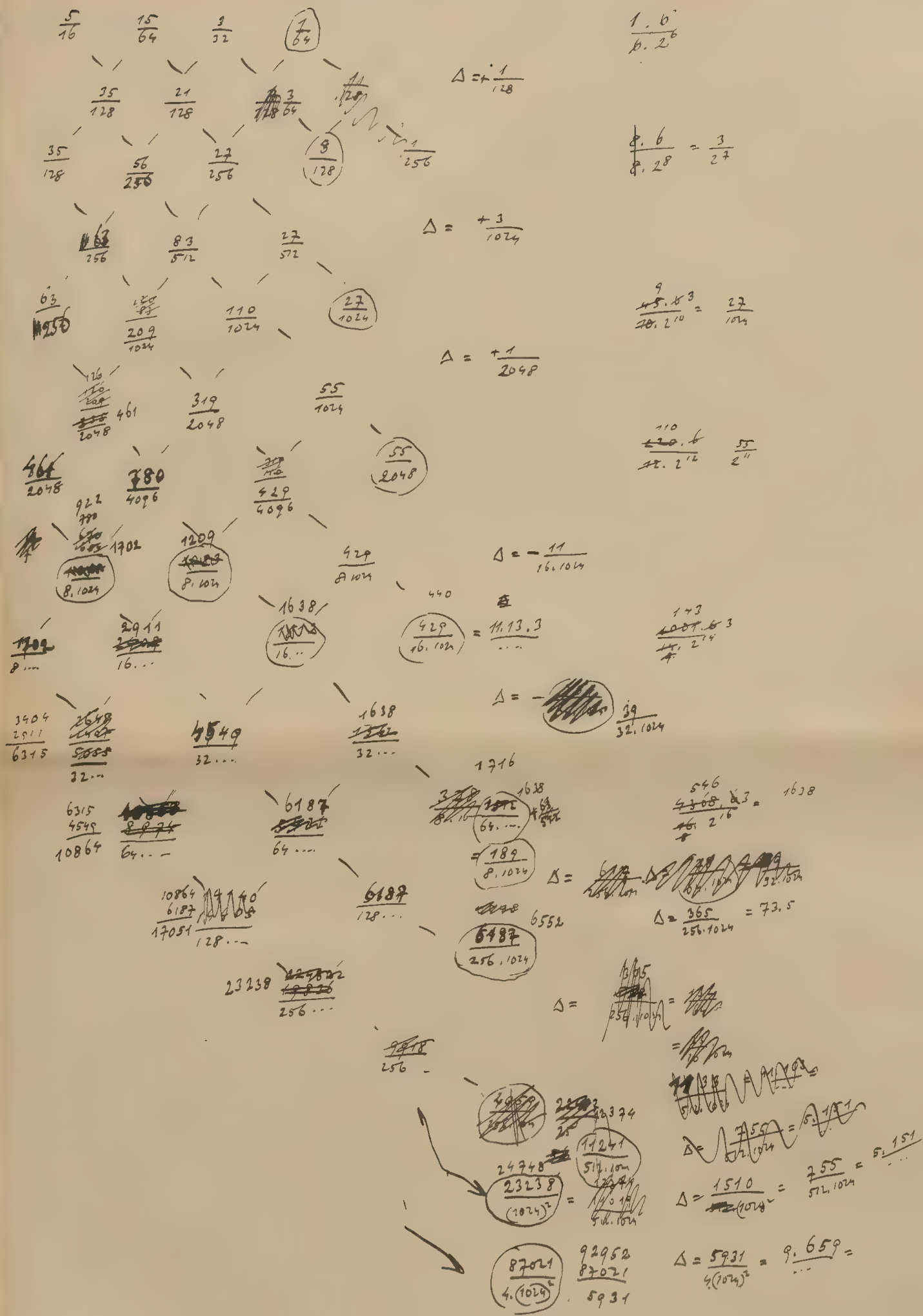
$$n! \left( \frac{1}{k! (n-k)!} + \frac{1}{(k+1)!(n-k-1)!} \right)$$

$$\frac{n!}{k!(n-k-1)!} \left( \frac{1}{n-k} + \frac{1}{k+1} \right)$$

$$\frac{n+1}{(n-k)(k+1)} = \frac{n+1!}{(k+1)!(n-k)!}$$









$$a_{2n} = (n-1) + 2 = n+1$$

$$a_{3n} =$$

20 15 6 (1)

35 21 6

70 56 27 (6)

126 83 27

252 209 110 (27)

461 319 110

922 780 429 (110)

1702 1209 429

3404 2911 1638 (429)

6315 4549 1638

12630 10864 6187 (1638)

23494 17051 6187

40545 23238 (6187)

63783 23238

87021

87021

23238

87021

$$a_{mn} = \sum_{k=2}^{kan} a_{m-1,k} + 2a_{m-1,1}$$

$$a_3 = a_2 - \varepsilon a_1$$

$$a_4 = a_3 - \varepsilon a_2 = a_2 - \varepsilon a_1 - \varepsilon a_2 = (1-\varepsilon)a_2 - \varepsilon a_1$$

$$a_5 = a_4 - \varepsilon a_3 = \cancel{a_3} = (1-2\varepsilon)a_2 - (\varepsilon-\varepsilon^2)a_1$$

$$a_6 = a_5 - \varepsilon a_4 = (1-3\varepsilon+\varepsilon^2)a_2 - (\varepsilon-2\varepsilon^2)a_1$$

$$a_7 = a_6 - \varepsilon a_5 = (1-4\varepsilon+3\varepsilon^2)a_2 - (\varepsilon-3\varepsilon^2+\varepsilon^3)a_1$$

$$a_8 = a_7 - \varepsilon a_6 = (1-5\varepsilon+6\varepsilon^2-\varepsilon^3)a_2 - (\varepsilon-4\varepsilon^2+3\varepsilon^3)a_1$$

$$a_9 = (1-6\varepsilon+10\varepsilon^2-4\varepsilon^3)a_2 - (\varepsilon-5\varepsilon^2+6\varepsilon^3-\varepsilon^4)a_1$$

$$a_{10} = (1-7\varepsilon+15\varepsilon^2-10\varepsilon^3+\varepsilon^4)a_2 - (\varepsilon-6\varepsilon^2+10\varepsilon^3-4\varepsilon^4)a_1$$

$$a_{11} =$$

$$\cancel{a_3 - a_2 = (1-2\varepsilon)a_2}$$

$$\cancel{a_5 - a_4 =} \quad a_2 - a_3 = \varepsilon a_1$$

$$\cancel{a_6 - a_5 =}$$

$$a_6 - a_7 = (\varepsilon-3\varepsilon^2+\varepsilon^3)a_2 = \varepsilon a_5$$

$$1 \quad 10 \quad 36 \quad 56 \quad 35 \quad 6$$

$$1 \quad 10 \quad 45 \quad 120 \quad 210 \quad 252$$

$$\frac{1}{1} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{7}{15} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{42}$$

$$(a_2 + a_4 + \dots - a_n) - (a_3 + a_5 + \dots - a_{n+1}) = \varepsilon(a_1 + a_3 + \dots - a_{n-1})$$

$$\sum_{k=1}^n - \sum_{k=1}^{n+1} = \cancel{\varepsilon \sum_{k=1}^n} + (a_1 - a_{n+1})$$

$$\sum_{k=1}^{n+1} - \sum_{k=1}^n - a_{n+1} + a_1 = \varepsilon \sum_{k=1}^n$$

$$\sum_{k=1}^n - (1+\varepsilon) \sum_{k=1}^{n+1} = a_1 - a_{n+1}$$

$$\sum_{k=1}^{n+1} - (1+\varepsilon) \sum_{k=1}^n = a_{n+1} - a_1$$

$$\sum_{k=1}^n \left[ 1 - (1+\varepsilon)^k \right] = a_1 - a_{n+1} + (1+\varepsilon)(a_{n+1} - a_1)$$

$$1 \quad \frac{(n-2)}{1} \quad \frac{(n-3)(n-2)}{2} \quad \frac{(n-5)(n-6)(n-2)}{3}$$

$$\frac{(n-3)(n-4)}{2} \quad \frac{(n-4)(n-5)(n-6)}{2 \cdot 3}$$

$$\frac{(n-5)(n-6)}{2 \cdot 3 \cdot 4}$$

$$\frac{(n-6)(n-7)(n-8)}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}$$

$$\frac{11 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 8}{2 \cdot 3 \cdot 4} \parallel \frac{9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6}{2 \cdot 3 \cdot 4} \parallel \frac{7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4}{2 \cdot 3 \cdot 4} \parallel \frac{5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2}{2 \cdot 3 \cdot 4} \parallel \frac{3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0}{2 \cdot 3 \cdot 4}$$

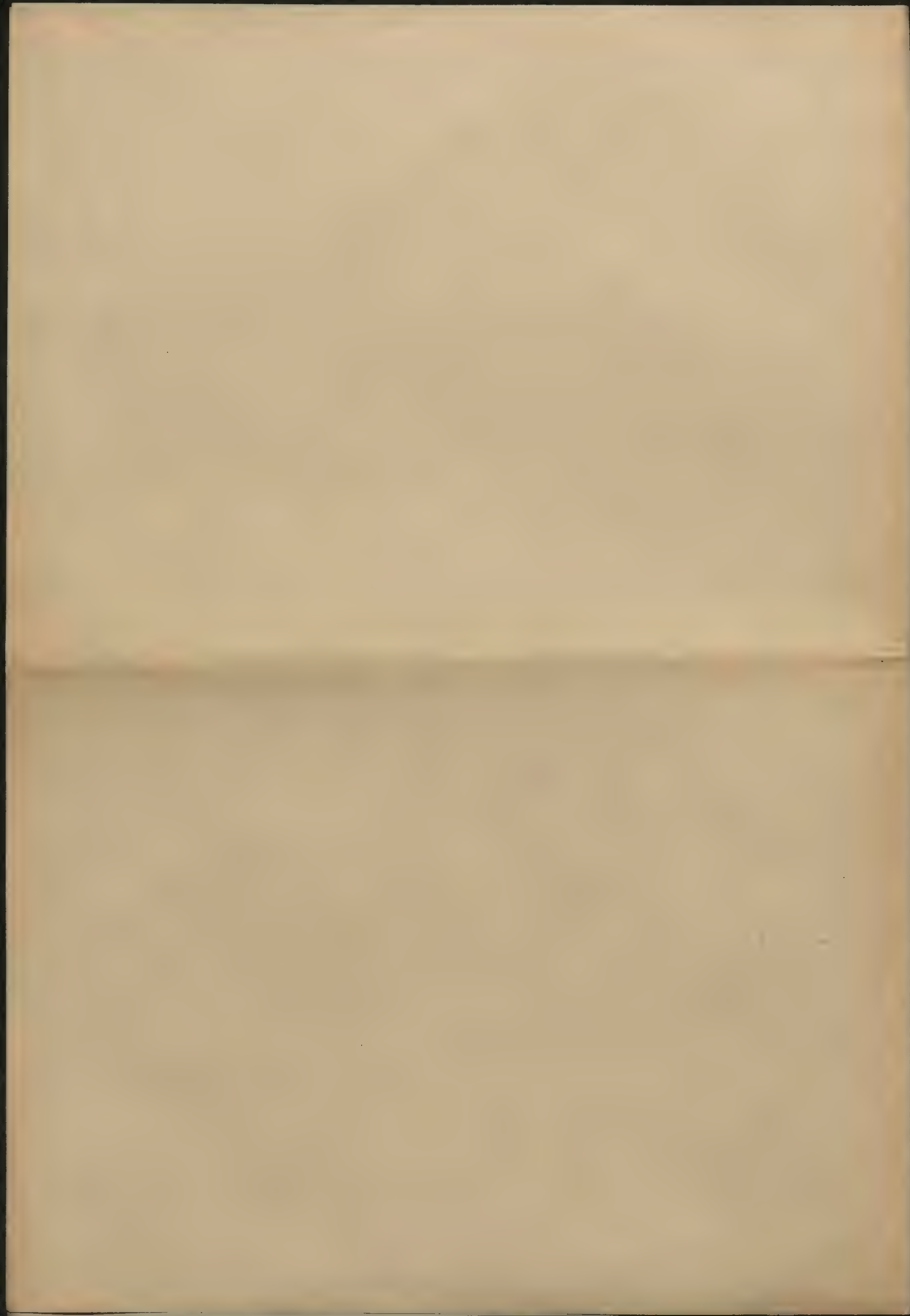
$$= 330 \quad 126 \quad 252 \quad 252 \quad 252 \quad 252$$

$$a_1 = \frac{1}{2} \quad \varepsilon = \frac{1}{2}$$

$$\frac{a_n}{a_1} = 1 - \frac{n-2}{1} \varepsilon + \frac{(n-3)(n-4)}{1 \cdot 2} \varepsilon^2 - \frac{(n-4)(n-5)(n-6)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \varepsilon^3 + \frac{(n-5)(n-6)(n-7)(n-8)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \varepsilon^4 - \dots$$

$$= \binom{n}{0} - \binom{n-2}{1} \varepsilon + \binom{n-4}{2} \varepsilon^2 - \binom{n-6}{3} \varepsilon^3 + \binom{n-8}{4} \varepsilon^4 - \dots$$



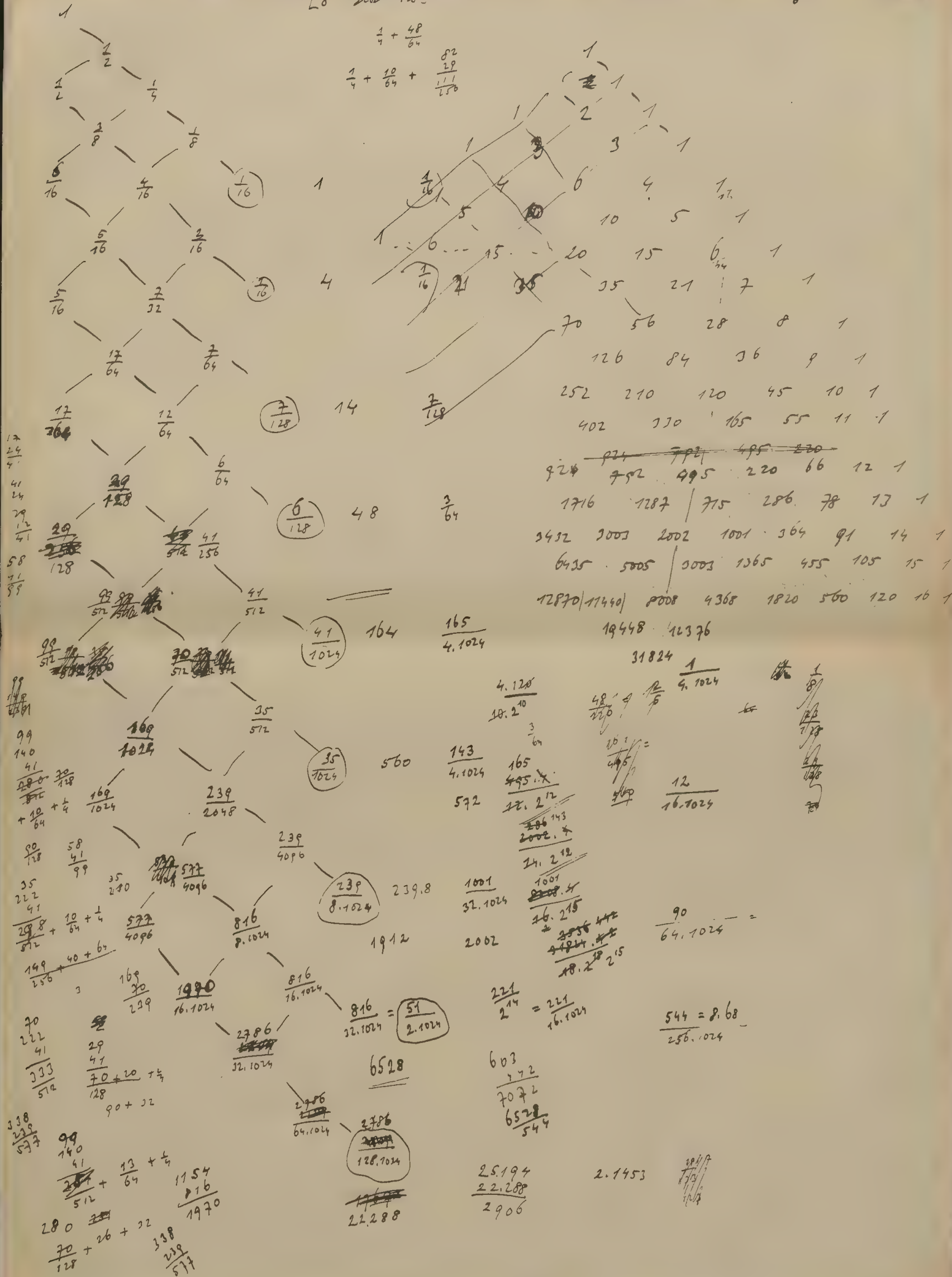




$$2\left[\frac{1}{8} + \frac{31}{128}\right] + \frac{17}{64}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{48}{64}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{10}{64} + \frac{82}{128}$$





$$a_{m-1} - a_m = \frac{a_{m-2}}{8}$$

$$a_{m-2} - a_{m-1} = \frac{a_{m-3}}{8}$$

1

$$a_2 - a_m = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{m-2}}{8}$$

$$a_m = a_{m-1} - \frac{a_{m-2}}{8}$$

$$a_m = \frac{b_m}{8^m}$$

$$a_2 - a_3 = \frac{a_1}{8}$$

$$a_4 - a_3 = \frac{a_2}{8}$$

$$a_5 - a_4 = \frac{a_3}{8}$$

$$a_3 = a_2 - \frac{a_1}{8}$$

$$a_4 = a_3 - \frac{a_2}{8} = \frac{7a_2 - a_1}{8}$$

$$a_5 = a_4 - \frac{a_3}{8} =$$

$$\frac{c_3}{16} = \frac{c_2}{4} - \frac{c_1}{8}$$

$$\frac{b_3}{64} = \frac{b_2}{8} - \frac{b_1}{8}$$

$$c_3 = 4c_2 - 2c_1$$

$$b_3 = 8(b_2 - b_1)$$

$$\frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{16}$$

$$a_m = a_{m-1} - \frac{a_{m-2}}{16}$$

$$\frac{2}{16}$$

$$\frac{3}{64}$$

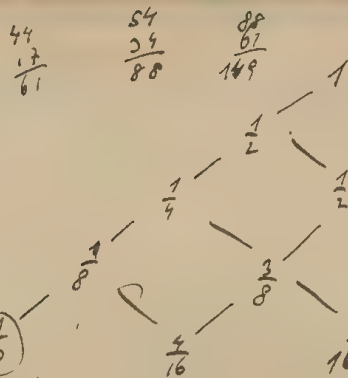
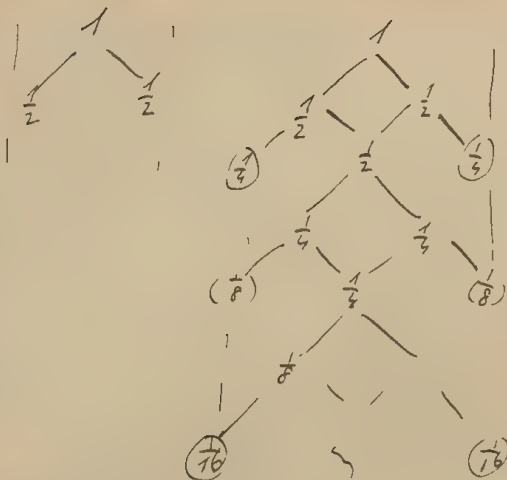
$$\frac{9}{64}$$

$$\frac{9}{256}$$

$$\frac{27}{256}$$

$$\frac{27}{4.256}$$

$$\frac{3.27}{4.256}$$



$$\begin{array}{r} 165 \\ 275.4 \\ \hline 12.1024.4 \\ 13 \\ \hline 143 \\ 2002.4 \\ \hline 1411024.464 \\ 1001 \\ \hline 16.1024.76.4 \\ 2 \\ \hline 3536.884 \\ 71824.4 \\ \hline 78.1024.76.76.4 \\ 2 \end{array}$$

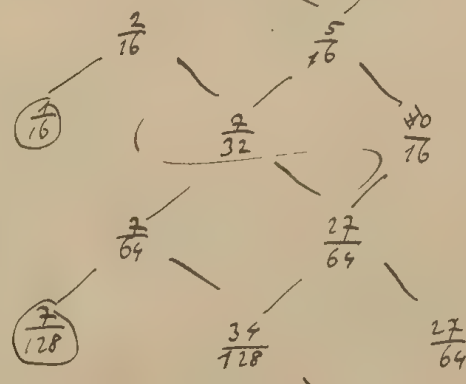
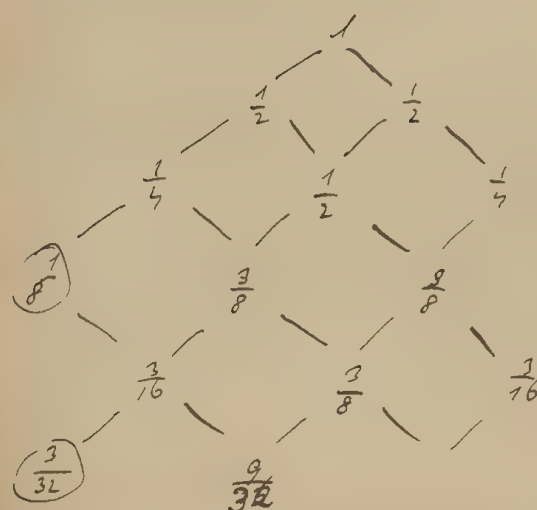
$$\Delta = 0$$

$$\Delta = \frac{1}{128}$$

$$\Delta = \frac{3}{256}$$

$$\Delta = \frac{7}{256}$$

$$\Delta =$$



$$\frac{17}{128}$$

$$\frac{61}{1024}$$

$$\frac{105}{2048}$$

$$\frac{359}{4096}$$

$$\begin{array}{r} 125974.4 \\ 24.1024.16.10.4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10.8 \\ 10.1024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35.66.8.4.11 \\ 2.1024.4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 364.8.26.13 \\ 44.1024.46.8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4820.8.455 \\ 2.1024.16.8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 8568.8.4074 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 8568.8.4074 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 487 \\ 3896.8.4074 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 487 \\ 3896.8.4074 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ 359 \\ \hline 464 \\ 212 \\ 61 \\ \hline 293 + 254 \\ 1024 \end{array}$$

$$\frac{120.4}{72} \quad \frac{48}{1024} \quad \frac{6}{128} = \frac{3}{64}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 16 \\ 56 \\ 192 \\ 656 \\ 4584 \end{array}$$

Wahrscheinlichkeit für Maximal elongation (immerhin tritt in Intervallen) beträgt

$$\begin{aligned} 56.5 &= 280 \\ 28.25 &= 700 \\ 64.61 &= 38464 \\ 113 &= 113 \\ \hline &4997 \end{aligned}$$

für  $n=8$ :

1	2	3	4	5	6	7	8
$\frac{7.8}{256}$	$\frac{4.7}{128}$	$\frac{2.7}{128}$	$\frac{1.7}{128}$	$\frac{1.7}{128}$	$\frac{1.7}{512}$	$\frac{2}{512}$	$\frac{1}{256}$

= 7.8    7.8    7.4    7.4    ~~8~~ 8    1    1

=  $\binom{8}{3} \frac{1}{2^8}$      $\binom{8}{2} \frac{1}{2^8}$      $\binom{8}{1} \frac{1}{2^8}$      $\binom{8}{0} \frac{1}{2^8}$

Allgemein beträgt Wahrscheinlichkeit für Maximal elongation in  $n$  Intervallen

$$\binom{m}{n} = \binom{m-1}{n-1} + \binom{m-1}{n}$$

$n = 2k$  für gerade  $n$   
 $n = 2k-1$  für ungerade  $n$

oder: nur die Quadrate:

$$\binom{8}{0} = \binom{8}{1} - \binom{8}{1}$$

$$2^9 \cdot E_m = 1 \cdot \binom{8}{4} + 4 \cdot \binom{8}{3} + 16 \cdot \binom{8}{2} + 36 \cdot \binom{8}{1} + 64 \cdot \binom{8}{0}$$

$$+ 9 \cdot \binom{8}{5} + 25 \cdot \binom{8}{4} + 49 \cdot \binom{8}{3} + 81 \cdot \binom{8}{2}$$

$$2^8 \cdot E_m = 1 \cdot \binom{8}{2} + 9 \cdot \binom{8}{2} + 25 \cdot \binom{8}{2} + 49 \cdot \binom{8}{2}$$

$$+ 4 \cdot \binom{8}{3} + 16 \cdot \binom{8}{2} + 36 \cdot \binom{8}{2} + 64 \cdot \binom{8}{2}$$

$$(x + \frac{1}{2})^9 = \binom{9}{0} x^9 + \binom{9}{1} x^8 + \binom{9}{2} x^7 + \binom{9}{3} x^6 + \binom{9}{4} x^5 + \binom{9}{5} x^4 + \binom{9}{6} x^3 + \binom{9}{7} x^2 + \binom{9}{8} x + \binom{9}{9}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} ( \dots ) = 9 \cdot \binom{8}{0} x^8$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [ x \frac{\partial}{\partial x} ( \dots ) ] = 81 \cdot \binom{8}{0} + \dots$$

$$\frac{d}{dx} \left[ x \frac{d}{dx} (x + \frac{1}{2})^n \right] = \frac{d}{dx} [ n (x + \frac{1}{2})^{n-1} (x - \frac{1}{2}) ] = n(n-1) (x + \frac{1}{2})^{n-2} (x - \frac{1}{2})^2 + n (x + \frac{1}{2})^{n-1} (x + \frac{1}{2}) = n \cdot 2^n$$

$$E_m = \frac{n \cdot 2^n}{2^{m+1}} = \frac{n}{2}$$

Dabei wird nur die positive Verteilung in Betracht gezogen und negative werden deshalb gar nicht eingelesen.  
 Das Mittel ist genommen in Bezug auf alle Teilchen welche von Nullpunkt ausgehen sind

17	17	81	145	145
13.9	117	64	85	85
9.36	324	49	255	255
5.84	480	36	123	123
1.126	126	25	24.6	24.6
	1004	16	84	252
		9	13	126
		4	1.126	3944
		1		512

$$4 \cdot \binom{8}{3} + 16 \cdot \binom{8}{2} + 36 \cdot \binom{8}{1} + 64 \cdot \binom{8}{0} = \frac{n(n-1) 2^{n-1}}{2^{m+1}}$$

$$+ 4 \cdot \binom{8}{2} + 16 \cdot \binom{8}{1} + 36 \cdot \binom{8}{0}$$

$$\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(1+x^2)^{n+1}} dx$$

$$\sum = \frac{1}{1+x^2} - \frac{1}{(1+x^2)^{n+2}} = \frac{1 - \frac{1}{(1+x^2)^{n+2}}}{x^2} = \frac{(1+x^2)^{n+1} - 1}{x^2 (1+x^2)^{n+1}}$$

$$= \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \sum_{k=1}^{n+1} \binom{n+1}{k} \frac{x^{2(k-1)}}{(1+x^2)^{n+1}} dx$$

$$A_n = \frac{1}{2} \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2n-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot \dots \cdot 2n} = \frac{2n!}{2^{2n} (n!)^2}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n!}{2^{2n} (n!)^2} = \left(\frac{2n}{e}\right)^{2n} \frac{\sqrt{2\pi n}}{\left(\frac{n}{e}\right)^{2n} 2n \cdot 2^{2n}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi n}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n+2-n}{2}\right)$$

$$= \frac{n!}{\frac{n+2-n}{2}! \frac{n+2+n}{2}!}$$

$$\sum A = \frac{1}{\pi} \int \frac{dx}{\sqrt{x}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{n}{\pi}}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left[ \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{2m-1} A_n \right] = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2m}{\pi}} = \sqrt{\frac{m}{2\pi}}$$

proportional mit mittl. Abw. mit durchschnittl. Abw.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a^n b!}{a! b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^b \frac{b!}{a^b}$$

Andere Weise

Wahrsch. für n-malige Ereignisse bis zu n Ereignissen

$$\text{für } n=1 \quad 2 \quad 3 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \quad 12 \quad \left( \text{für } n \text{ malige Ereignisse} \right) \frac{d}{dx} \left( x + \frac{1}{x} \right)^n =$$

$$\frac{1}{2^{n+1}} \left[ \binom{n+1}{n} \binom{n+1}{n-1} \binom{n+1}{n-2} \dots \right]$$

Also durchschnittl. n-malige Ereignisse

$$\bar{E}_n = \frac{1}{2^{n+1}} \sum \left[ 1 \cdot \binom{n+1}{n} + 3 \binom{n+1}{n-1} + 9 \binom{n+1}{n-2} + 13 \binom{n+1}{n-3} \dots \right]$$

mittlere n-malige

$$\bar{E}_n^2 = \frac{1}{2^{n+1}} \sum \left[ 1(\dots) + 9(\dots) + 25(\dots) + 49(\dots) + 4(\dots) + 16(\dots) + 36(\dots) \right]$$

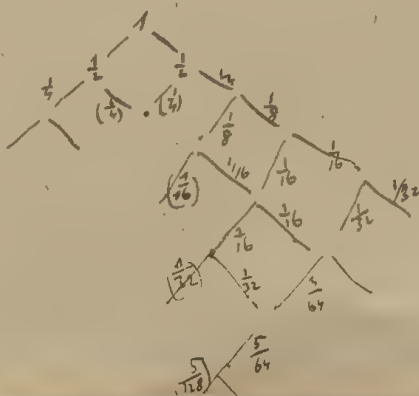
$$x \frac{d}{dx} \left[ x \frac{d}{dx} \left( x + \frac{1}{x} \right)^n \right] =$$

$$\mu \left( x + \frac{1}{x} \right)^{n-1} \left( x - \frac{1}{x} \right)$$

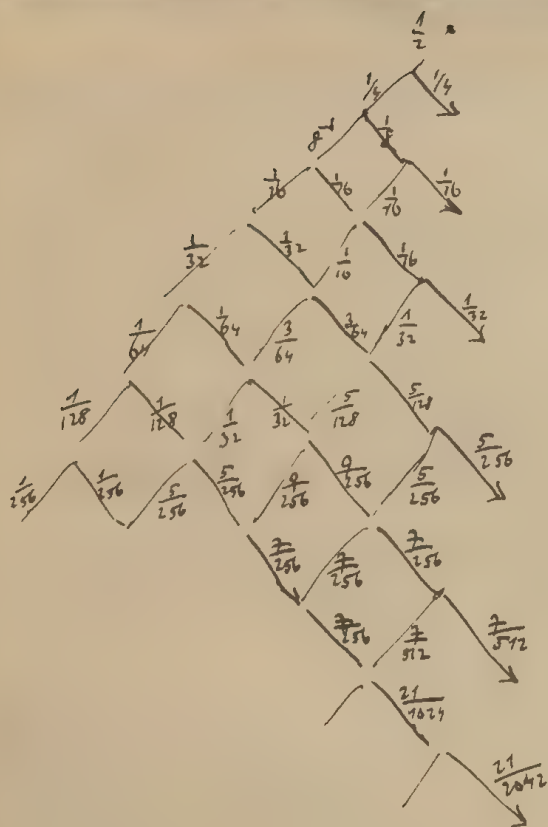
$$\frac{\mu(n-1) \left( x + \frac{1}{x} \right)^{n-2} \left( x - \frac{1}{x} \right)^2 + \mu \left( x + \frac{1}{x} \right)^n}{x=1} = \mu \cdot 2^n \quad \text{also } \bar{E}^2 \propto \mu$$

Wahrsch. der Rückkehr in die 0 Lage (nach Verlusten davor) im Zeitpunkt

2	4	6	8
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$		
$\frac{2}{2^2 \cdot 2}$	$\frac{6}{2^2 \cdot 4}$	$\frac{20}{2^2 \cdot 6}$	$\frac{70}{2^2 \cdot 8}$









$$\psi(\Delta) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} e^{-\frac{1}{2} \Delta^2}$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial \Delta} = -\Delta \psi$$

$$\int_0^\infty \Delta^2 e^{-\frac{1}{2} \Delta^2} d\Delta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{N_A}{2400}$$

$$+0.4 = \frac{1}{2} \left[ 1 - \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{N_A}{2400}}} \right]$$

$$(1 - \rho_{0.4})^2 = \frac{2}{\rho_{0.4}}$$

$$\rho_{0.4} = \frac{1}{1 + \frac{N_A}{2400}} \quad (1 - \rho_{0.4})^2 = \frac{1}{1 + \dots}$$

$$f(x) \psi(x) + f(x) \psi(x) + \dots$$

$$= f(x) \psi(x) + (x - \mu) f(x) \psi(x) + \dots$$

$$\frac{d \psi}{d \Delta} = -\Delta \psi$$

$$\lim_{\rho \rightarrow 0} \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{N_A}{2400} \right) \right]$$

$$\frac{1}{1 + \frac{N_A}{2400}} = \frac{1}{1 + \rho_{0.4}} \approx 1$$

$$\rho = \frac{N_A}{2400} \approx \frac{1}{1 + \rho_{0.4}} \approx 1$$

$$\int_0^\infty f(x) \psi(x) dx$$

$$\chi^2(\Delta) = \int_0^\infty \chi^2(\Delta) d\Delta$$

$$\varphi(\Delta) = f \cdot \Delta$$

$$\frac{\partial \chi^2}{\partial \Delta} = \int_0^\infty [f(x - \Delta) - f(x + \Delta)] \chi^2(\Delta) d\Delta$$

$$0 = \int_0^\infty [f(x - \Delta) - f(x + \Delta)] \chi^2(\Delta) d\Delta$$

$$\int_0^\infty [f(x - \Delta) - f(x + \Delta)] \varphi(\Delta) d\Delta = 0$$

$$\varphi(\Delta) = a_0 + a_1 \Delta + a_2 \Delta^2 + \dots$$

$$\int_0^\infty \Delta^2 e^{-\frac{1}{2} \Delta^2} d\Delta$$

$$A = \beta x^2$$

$$\int_0^\infty x^2 e^{-\beta x^2} dx = \frac{1}{2\beta}$$

$$\int_0^\infty x^2 e^{-\beta x^2} dx = \frac{1}{2\beta}$$

$$\frac{m_1 \langle \xi_1^2 \rangle + m_2 \langle \xi_2^2 \rangle}{2} + \dots$$

$$W(v) v dv = \frac{e}{v} v dv$$

$$10003$$

$$Q = \sum \frac{m_k \langle \xi_k^2 \rangle + \eta_k^2}{2} + \dots$$

$$\frac{(\sum \xi_k^2) + (\sum \eta_k^2)}{2 \sum m_k}$$

$$= 125 \cdot 10^{-5}$$

$$= 10^{-13}$$

$$= \frac{(1/2) \langle \xi^2 \rangle}{(\sum m_k^2)}$$

$$\frac{2 \langle \xi^2 \rangle + 2 \langle \eta^2 \rangle}{2 \sum m_k}$$

$$\frac{1}{3 \cdot 10^6} = 0.6 \cdot 10^{-3}$$

$$10^{-10000002}$$

$$\int_0^\infty \left[ \sum \frac{m_k \langle \xi_k^2 \rangle + \eta_k^2}{2} - \frac{m_k c^2}{2} \right] d\Delta$$

$$= \int_0^\infty \left[ \sum \frac{m_k \langle \xi_k^2 \rangle + \eta_k^2}{2} - \frac{m_k c^2}{2} \right] d\Delta$$

$$\frac{(\sum m_k \langle \xi_k^2 \rangle)^2 - 2 \sum m_k c^2 \sum m_k \langle \xi_k^2 \rangle + \sum m_k^2 c^4}{m_k^2 c^4}$$

$$1 + 2 \cdot 10^{-7}$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{1}{c^2} + 2 \left( \frac{1}{c} \right)^2 \right)$$

$$\int_0^\infty \left[ \sum \frac{m_k \langle \xi_k^2 \rangle + \eta_k^2}{2} - \frac{m_k c^2}{2} \right] d\Delta$$

$$= \int_0^\infty \left[ \sum \frac{m_k \langle \xi_k^2 \rangle}{2} - 1 \right] d\Delta$$

$$= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{c^2} + 2 \left( \frac{1}{c} \right)^2 \right)$$

$$\alpha - \alpha_0 \neq \frac{t}{\beta} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} \right)_{\alpha_0} + \chi$$

$$\cancel{F(\alpha_0 + \Delta)}$$

$$\chi_\alpha(\Delta) =$$

$$\alpha_0 - \alpha = \Delta$$

$$\alpha = \alpha_0 - \Delta$$

$$\chi_\alpha(\Delta) \text{ is}$$

$$n_2 = \int_{-\infty}^{\alpha_0} F(\alpha) d\alpha \int_{\alpha_0 - \alpha}^{\infty} \chi_\alpha(\Delta) d\Delta = \int_{-\infty}^{\alpha_0} F(\alpha - \Delta) d\Delta \int_{\Delta}^{\infty} \chi_\alpha(\Delta) d\Delta$$

$$n_3 = \int_{-\infty}^{\alpha_0} F(\alpha_0 + \Delta) d\Delta \int_{\Delta}^{\infty} \chi_\alpha(-\Delta) d\Delta$$

$$-\mathcal{O} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} \right)_{\alpha=\alpha_0} t \cdot F(\alpha_0) + F(\alpha_0) \left[ \int_{-\infty}^{\infty} d\Delta \chi_\alpha(\Delta) - \int_{-\infty}^{\infty} d\Delta \chi_\alpha(-\Delta) \right] - F'(\alpha_0) \left[ \int_{-\infty}^{\infty} \Delta \chi_\alpha(\Delta) + \int_{-\infty}^{\infty} \Delta \chi_\alpha(-\Delta) \right]$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} d\Delta \chi_\alpha(\Delta) = \Delta \chi_\alpha(\Delta) - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\partial \chi_\alpha}{\partial \Delta} \cdot \Delta d\Delta$$

$$= \Delta \chi_\alpha(\Delta) + \int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(\Delta) \cdot \Delta d\Delta$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} d\Delta \chi_\alpha(-\Delta) = \Delta \chi_\alpha(-\Delta) - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\partial \chi_\alpha(-\Delta)}{\partial \Delta} \cdot \Delta d\Delta$$

$$= -\chi_\alpha(-\Delta)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(\Delta) \Delta d\Delta = \int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(-\Delta) \Delta d\Delta$$

$$+ \frac{F''(\alpha_0)}{2} \left[ \int_{-\infty}^{\infty} \Delta^2 \chi_\alpha(\Delta) + \int_{-\infty}^{\infty} \Delta^2 \chi_\alpha(-\Delta) \right] + \frac{F'(\alpha_0)}{3!} \dots$$

$$\frac{\delta^2 \Phi}{4\theta} \frac{N}{e} - \frac{N}{4\theta} \Phi$$

$$\frac{1}{2} \left[ \int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(\Delta) \Delta^2 d\Delta + \int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(-\Delta) \Delta^2 d\Delta \right]$$

$$-\mathcal{O} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} \right)_{\alpha=\alpha_0} t \cdot F(\alpha_0) + F(\alpha_0) \left[ \underbrace{\int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(\Delta) \Delta d\Delta}_{\bar{\Delta}_\alpha} - \underbrace{\int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(-\Delta) \Delta d\Delta}_{\bar{\Delta}_\alpha} \right] - F'(\alpha_0) \left[ \underbrace{\int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(\Delta) \Delta^2 d\Delta}_{\frac{1}{2} \bar{\Delta}_\alpha^2} + \underbrace{\int_{-\infty}^{\infty} \chi_\alpha(-\Delta) \Delta^2 d\Delta}_{\frac{1}{2} \bar{\Delta}_\alpha^2} \right]$$

$$-\mathcal{O} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} \right)_{\alpha_0} t + \bar{\Delta}_\alpha + \frac{N}{2H\theta} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} \right)_{\alpha_0} \bar{\Delta}_\alpha^2 + \frac{1}{3!} \bar{\Delta}_\alpha^3 \left[ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2} \left( \frac{N}{H\theta} \right)^2 + \frac{\partial^3 \Phi}{\partial \alpha^3} \left( \frac{N}{H\theta} \right) \right] + \dots$$

$$1 + \left( \frac{N}{H\theta} \Delta \right)^2$$

Just

$$\left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2} + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\Delta} \chi_\alpha(\Delta) d\Delta \right)$$

$$\text{Ansatz } \frac{\partial \Phi}{\partial x} = 0$$

$$\int a \cdot e^{-\frac{N}{H\theta} \Phi} \frac{d\alpha}{t + \frac{t^2}{2K}} = \int \frac{\alpha}{t + \frac{t^2}{2K}} = \int$$

$$\sqrt{\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2} (\xi_t - \xi)^2} d\xi = \sqrt{\frac{\pi}{\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2}}} = \text{const}$$

mittleren Wertsatz:

$$a \cdot e^{-\frac{N}{H\theta} \Phi} \sqrt{\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2}} \int \frac{d\alpha}{t + \frac{t^2}{2K}} e^{-\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2} (\alpha_t - \alpha)^2} = \int e^{-\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2} (\xi_t - \xi)^2} d\xi$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2}}}$$

$$= a \cdot e^{-\frac{N}{H\theta} \Phi} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2}}}$$

$$K\ddot{\alpha} = -\rho\ddot{\alpha}$$

$$K\ddot{\alpha} = -\rho\ddot{\alpha} = \frac{\rho}{K}\ddot{\alpha}$$

$$K\ddot{\alpha} = \frac{\rho}{K}\ddot{\alpha} = -\frac{\rho}{K}\ddot{\alpha}$$

$$\alpha_t = \alpha_0 + t\ddot{\alpha} - \frac{\rho}{2K} t^2 \ddot{\alpha} + \frac{\rho^2 t^3}{2 \cdot 3 \cdot K^2} \ddot{\alpha} - \frac{\rho^3 t^4}{4! K^3} \ddot{\alpha}$$

$$\alpha_t = \alpha_0 + \ddot{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\rho t}{K}}\right) \frac{K}{\rho}$$

$$\ddot{\alpha} = \frac{(\alpha_t - \alpha_0)}{1 - e^{-\frac{\rho t}{K}}} \cdot \frac{\rho}{K}$$

$$-\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2} \ddot{\alpha}^2$$

$$\sqrt{\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2}} \int e^{-\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2} \left( \frac{\alpha_t - \alpha_0}{1 - e^{-\frac{\rho t}{K}}} \frac{\rho}{K} \right)^2} \frac{\rho}{K} (\alpha_t - \alpha)^2 d\alpha$$

$$\left[ (1 - e^{-\frac{\rho t}{K}}) \frac{\rho}{K} \right]^2 \int e^{-\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2} (\xi_t - \xi)^2} (\xi_t - \xi)^2 d\xi$$

$$= \frac{1}{2} \frac{\left[ (1 - e^{-\frac{\rho t}{K}}) \frac{\rho}{K} \right]^2}{\frac{N}{H\theta} \frac{K}{2}} \cdot \frac{H\theta}{N}$$

$$\int_{\alpha_0}^{\alpha_t} f(\alpha) d\alpha = \int_{\alpha_0}^{\alpha_t} f(\alpha) d\alpha$$



$$+ \frac{N}{H_0} \frac{r^2}{2} \quad \int_0^\infty e^{-\frac{N}{H_0} r^2} r dr = \frac{1}{2} \int_0^\infty e^{-\frac{N}{H_0} r^2} dr$$

$$\text{by } F = -\frac{N}{H_0} \frac{d}{dx} x^2$$

$$-\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{N}{H_0} \left[ (\alpha - \Delta) e^{-\frac{N}{H_0} (\alpha - \Delta)^2} + \int_0^\infty (\alpha + \Delta) e^{-\frac{N}{H_0} (\alpha + \Delta)^2} d\alpha \right]$$

$$F(\alpha) = e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F'(\alpha) = -\frac{2N}{H_0} \alpha e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F''(\alpha) = \left( \frac{2N}{H_0} \right)^2 \alpha^2 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F'''(\alpha) = -\frac{4N}{H_0} \alpha^3 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(4)}(\alpha) = \frac{8N^2}{H_0^2} \alpha^4 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(5)}(\alpha) = -\frac{16N^3}{H_0^3} \alpha^5 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(6)}(\alpha) = \frac{32N^4}{H_0^4} \alpha^6 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(7)}(\alpha) = -\frac{64N^5}{H_0^5} \alpha^7 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(8)}(\alpha) = \frac{128N^6}{H_0^6} \alpha^8 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(9)}(\alpha) = -\frac{256N^7}{H_0^7} \alpha^9 e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(10)}(\alpha) = \frac{512N^8}{H_0^8} \alpha^{10} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(11)}(\alpha) = -\frac{1024N^9}{H_0^9} \alpha^{11} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(12)}(\alpha) = \frac{2048N^{10}}{H_0^{10}} \alpha^{12} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(13)}(\alpha) = -\frac{4096N^{11}}{H_0^{11}} \alpha^{13} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(14)}(\alpha) = \frac{8192N^{12}}{H_0^{12}} \alpha^{14} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(15)}(\alpha) = -\frac{16384N^{13}}{H_0^{13}} \alpha^{15} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(16)}(\alpha) = \frac{32768N^{14}}{H_0^{14}} \alpha^{16} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(17)}(\alpha) = -\frac{65536N^{15}}{H_0^{15}} \alpha^{17} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(18)}(\alpha) = \frac{131072N^{16}}{H_0^{16}} \alpha^{18} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(19)}(\alpha) = -\frac{262144N^{17}}{H_0^{17}} \alpha^{19} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(20)}(\alpha) = \frac{524288N^{18}}{H_0^{18}} \alpha^{20} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(21)}(\alpha) = -\frac{1048576N^{19}}{H_0^{19}} \alpha^{21} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(22)}(\alpha) = \frac{2097152N^{20}}{H_0^{20}} \alpha^{22} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(23)}(\alpha) = -\frac{4194304N^{21}}{H_0^{21}} \alpha^{23} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(24)}(\alpha) = \frac{8388608N^{22}}{H_0^{22}} \alpha^{24} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$F^{(25)}(\alpha) = -\frac{16777216N^{23}}{H_0^{23}} \alpha^{25} e^{-\frac{N}{H_0} \alpha^2}$$

$$\int F'(\Delta) \chi(\Delta) d\Delta = F(\Delta) \chi(\Delta) + \int F(\Delta) \chi'(\Delta) d\Delta$$

$$-\frac{N}{H_0} \frac{d}{dx} x^2 = -\frac{N}{H_0} 2x = -\frac{2N}{H_0} x$$

$$F = e^{-\frac{N}{H_0} x^2}$$

$$\frac{F'}{F} = -\frac{2N}{H_0} x$$

$$\frac{F''}{F} = \left( \frac{2N}{H_0} \right)^2 x^2$$

$$\frac{F'''}{F} = -\frac{4N}{H_0} x^3$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{F'}{F} = 0$$

$$\frac{F'}{F} = -\frac{2N}{H_0} x$$

$$\frac{F'}{F} = -\frac{2N}{H_0} x \quad \log(1 + \frac{N}{H_0} x^2) = \frac{N}{H_0} x^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{N}{H_0} \right)^2 x^4 + \frac{1}{3} \left( \frac{N}{H_0} \right)^3 x^6 + \dots$$

$$= 1 + \left( \frac{N}{H_0} \right) x^2 + \dots$$

$$\Delta^2 = \dots \left[ 1 - \frac{N}{H_0} x^2 \right]$$

$$\frac{1}{1 + \frac{N}{H_0} x^2} = 1 - \frac{N}{H_0} x^2 + \left( \frac{N}{H_0} \right)^2 x^4 - \dots$$

$$-\frac{N}{H_0} \frac{d}{dx} x^2 = -\frac{2N}{H_0} x$$

the function is

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{F(\Delta) - F(\Delta_0)}{F(\Delta) - F(\Delta_0)} = \frac{F(\Delta) - F(\Delta_0)}{F(\Delta) - F(\Delta_0)}$$

$$= -\frac{2N}{H_0} \frac{F'(\Delta)}{F(\Delta)} = -\frac{2N}{H_0} \left( -\frac{2N}{H_0} x \right) = \frac{4N^2}{H_0^2} x^2$$

$$\frac{F'}{F} = -\frac{2N}{H_0} x$$

the function is

$\underline{\underline{x=3}}$    11   14   19   26   35  
               17   22   29   38  
                   27   34   43  
                           41   50

59

0.3015

0.2673

0.2294

0.1961

0.1690

0.2425

6576

0.1857

4202

2101

3288

~~117~~  
0.2132

0.1622

0.1924

0.1715

3665

18325

0.1525

~~2112~~

0.1562

0.1414

0.2297

0.11455

0.1302

9+ 1 4 8 16 75

10 13 18 25 38

1162

2782

2357

2000

1775

$\frac{12016.4}{48064}$

8301

0.8618

0.5611

0.3240

0.1414

1.8883. 2

3.7766

1.0228

4.7994. 4

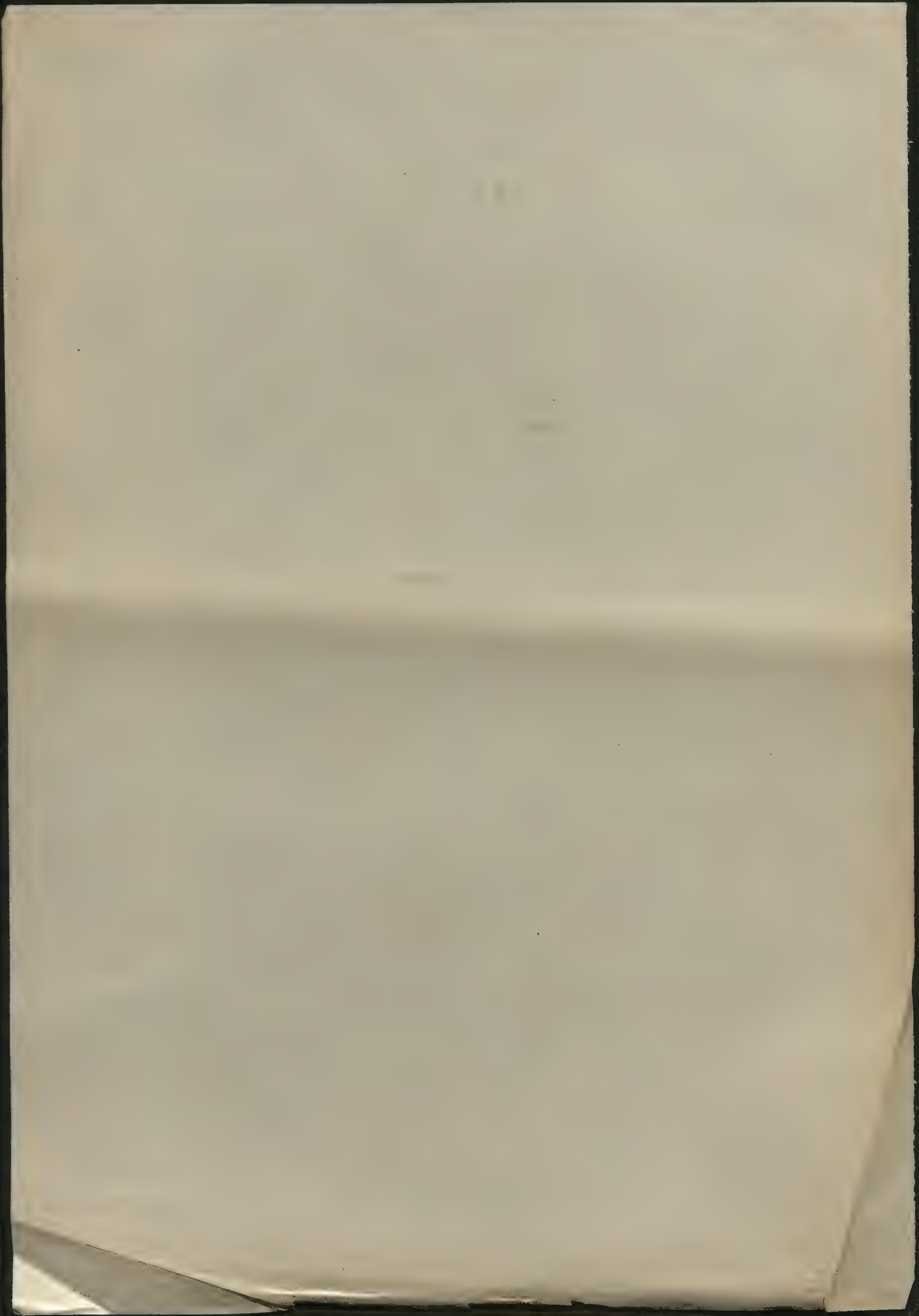
19.1976

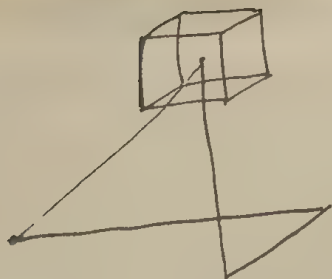
4.8064

0.3333

24.3373







$$\int \frac{dx dy dz}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} = \frac{1}{n_0} \int dx dy dz$$

$$\frac{1}{n_0} = \frac{1}{n_0} + \xi \left( \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{1}{n_0} \right) \right) + \eta + \dots + \xi^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2}$$

$$\Delta U = -\frac{x_0}{n_0} \int_{-\infty}^{+\infty} \xi^2 d\xi d\eta d\zeta - \frac{y_0}{n_0} \int \eta d\xi d\eta d\zeta -$$

$$- \left( \frac{1}{n_0} - \frac{3x_0^2}{n_0^3} \right) \frac{1}{8} \int \xi^2 d\xi d\eta d\zeta -$$

$$+ \frac{3x_0 y_0}{n_0^3} \int \xi \eta d\xi d\eta d\zeta - \dots$$

$$= \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{3x^2}{n^2} - 1 \right) \frac{1}{n^3} + \frac{1}{2} \left( \frac{3y^2}{n^2} - 1 \right) \frac{1}{n^3} + \frac{1}{2} \left( \frac{3z^2}{n^2} - 1 \right) \frac{1}{n^3} \right] \frac{8\alpha^5}{3}$$

$$= \frac{4\alpha^5}{3n^3} = 0$$

$$\frac{1}{n} - \frac{1}{n_0} = \xi^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( \frac{1}{n_0} \right) + \frac{\eta^2}{6} \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \dots + \frac{\xi \eta}{2} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + \dots$$

$$\iiint_{-\infty}^{+\infty} \xi^2 d\xi d\eta d\zeta = 0 \quad \iiint \xi^2 d\xi d\eta d\zeta = 0$$

$$\iiint \xi^4 d\xi d\eta d\zeta = \frac{8\alpha^7}{5} \quad \iiint \xi^3 d\xi d\eta d\zeta = 0 \quad \iiint \xi^2 \eta^2 d\xi d\eta d\zeta = \frac{8\alpha^7}{9} \quad \iiint \xi^2 d\xi d\eta d\zeta = 0$$

$$= \frac{8\alpha^7}{5 \cdot 24} \left[ \frac{\partial^4}{\partial x^4} \left( \frac{1}{n_0} \right) + \frac{\partial^4}{\partial y^4} \left( \frac{1}{n_0} \right) + \frac{\partial^4}{\partial z^4} \left( \frac{1}{n_0} \right) \right] + \frac{8 \cdot 6 \cdot \alpha^7}{9 \cdot 24} \left[ \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} \left( \frac{1}{n_0} \right) + \frac{\partial^4}{\partial x \partial y \partial x} \left( \frac{1}{n_0} \right) + \frac{\partial^4}{\partial y \partial x \partial y} \left( \frac{1}{n_0} \right) \right]$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} = 0$$

$$\frac{\partial^4}{\partial x^4} + \frac{\partial^4}{\partial y^4} + \frac{\partial^4}{\partial z^4} + 2 \left[ \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4}{\partial x \partial y \partial x} + \frac{\partial^4}{\partial y \partial x \partial y} \right] = 0$$

$$= \left( \frac{8}{24} \right) \alpha^7 \left[ -\frac{2}{5} + \frac{2}{3} \right] \left[ \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4}{\partial y \partial x \partial y} + \frac{\partial^4}{\partial x \partial y \partial x} \right] = \frac{4}{45} \alpha^7$$

$\frac{-6+10}{15} = \frac{4}{15}$

$$x^2 y^2 z^2 = n^2$$

$$x^2 y^2 z^2 + 2(x^2 y^2 + y^2 z^2 + z^2 x^2) = n^4$$

$$\frac{3x^2}{25} - \frac{1}{25}$$

$$- \frac{15x^2}{2^7} + \frac{3y}{2^5}$$

$$- \frac{15x^2}{2^7} + \frac{135x^2 y^2}{2^9} + \frac{2}{2^5} - \frac{15y^2}{2^7}$$

$$- \frac{15y^2}{2^7} + \frac{135y^2 z^2}{2^9} + \frac{2}{2^5} - \frac{15z^2}{2^7}$$

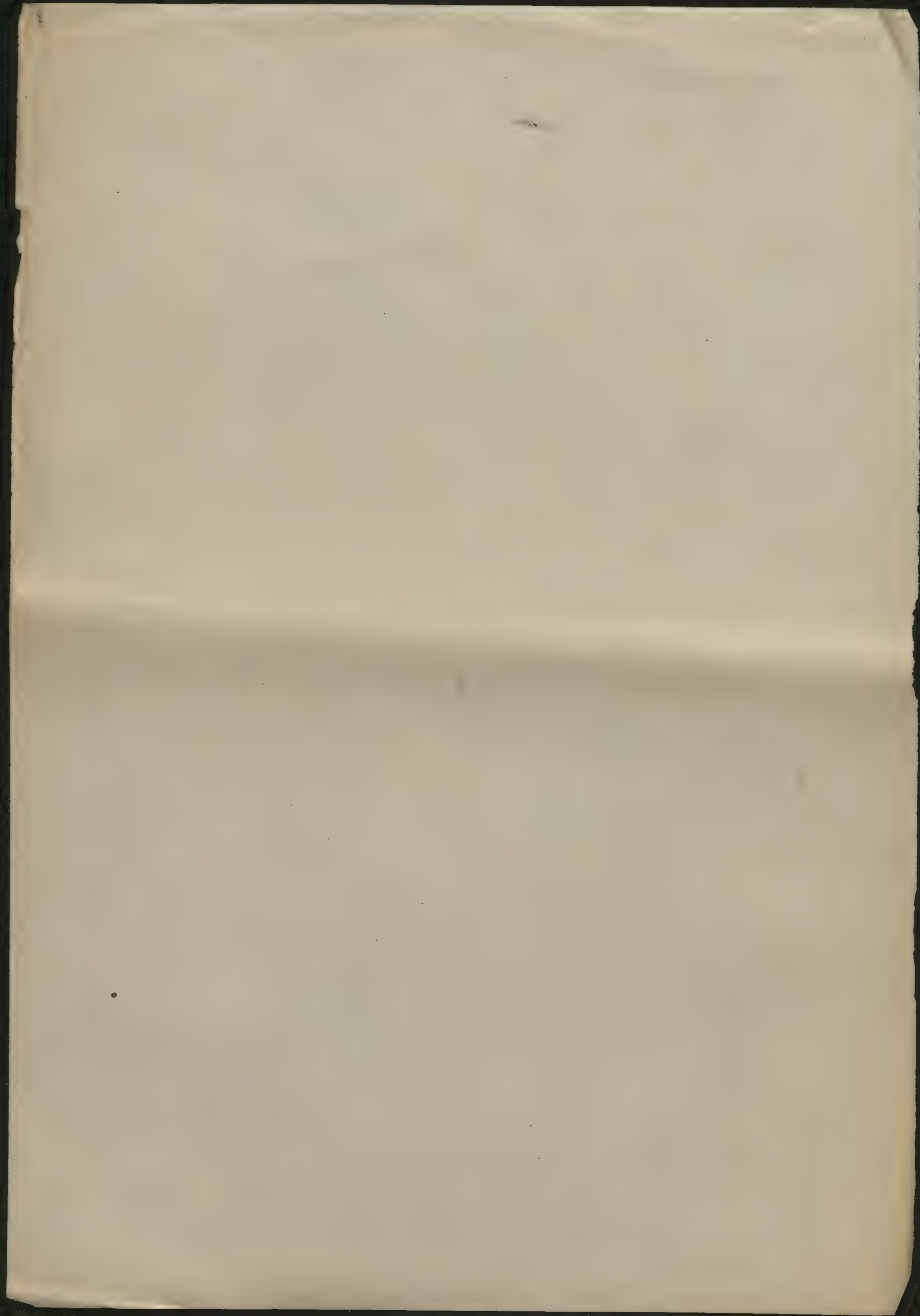
$$- \frac{15z^2}{2^7} +$$

$$- \frac{30}{2^5} + \frac{9}{2^5} + \frac{135(x^2 y^2 + y^2 z^2 + z^2 x^2)}{2^9} = \frac{135}{2^9} \left( \frac{1}{2^5} - \frac{x^2 y^2 z^2}{2^9} \right)$$

$\frac{135}{2} - 24 = \frac{93}{2}$

$$\frac{42}{45} \alpha^7 \left[ \frac{93}{2^5} - \frac{(x^2 y^2 z^2) \cdot 135}{2^9} \right]$$

$$\frac{2}{15} \alpha^7 \left[ \frac{31}{2^5} - \frac{x^2 y^2 z^2 + 2^4 \cdot 27}{2^9} \right]$$



x=2

6      9      14      21      30  
12      17      24      33  
22      29      38  
36      45  
54

0.4082    0.7333    0.2673    0.2182    0.1826

1.0014  
6208

9208      7696      6198      4815  
4604      3848      3099      24075  
2887      2426      2041      1741

~~1158~~  
3479  
1491

2.1192.2

~~8.760~~

4.2384

6576

5376

3468

4202

1.2129

3288

2688

1735

2101

5.513.4

2132

1857

1491

1622

2.18052

4472

5.9228

22185

0.5000

1667

2676

28.2280

1338

1361

4+ 1      4      9      16      25

5      8      13      20      29

4472

3836

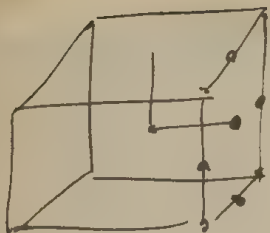
8008

2782

2460

1857

4807.4



$$2 \left( \frac{1}{1} + \frac{4}{(\sqrt{2})^3} + \frac{4}{(\sqrt{3})^3} \right)$$

$$1 + \frac{4}{2\sqrt{2}} + \frac{4}{3\sqrt{3}}$$

$$1 + \sqrt{2} + \frac{4\sqrt{3}}{9}$$

$$\frac{1.73205 \cdot 4}{6.9282}$$

$$0.7698$$

$$1.4142$$

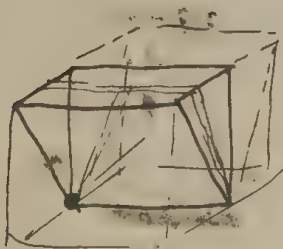
$$3.18402$$

$$\Sigma = 6.368$$

$$\int = 7.141$$

$$\Delta = +0.773$$

$$\int u_m = 2.1421$$



$$8 \left\{ \int_{x=0}^a dy dz \cdot \cos^3 \theta + \int_{x=0}^a \int_{y=0}^a \frac{dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} \cdot x^2 \right\}$$

$$8 \left\{ \int_{x=0}^a \frac{dy dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} - \int_{x=0}^a \frac{dy dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} \right\}$$

$$\frac{309 \cdot \frac{3}{4}}{927}$$

$$2.3175$$

$$\frac{q}{4} \frac{Q}{b} \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$b = \frac{R}{2}$$

$$= \frac{q}{4} \frac{Q}{R} \cdot 2\sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{q}{2} \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{Q}{R} = 3\sqrt{\frac{2}{3}} \frac{Q}{R}$$

$$17609$$

$$088045$$

$$\frac{47712}{56516}$$

$$0.674$$

$$\frac{q}{2} = 4.5$$



$x=1$

0.8164  
0.0107  
1.7271.4  
0.9084  
4.6172  
1

12.5256  
9.1572  
21.6828  
13.8204

$\Sigma u = 35.5032$   
21.6828  
57.1860

$x=2$

0.0666  
0.6969  
1.3635.4  
5.4540  
3.2032  
9.572

7.9588  
9.7866  
1.77454

$\mu = 59.503$   
57.186  
2.317

$\Delta u_{\text{ini}} = \underline{\underline{2.317}}$

0.8944

1.0607  
1.9551.4  
7.8204  
6.00  
13.8204

0.5688

1.1376  
2.294  
1.3670.4  
5.4680  
1.2648  
6.7328.2  
6.0454  
12.2785  
25.0567.2

50.1134  
7.0312  
57.1446

57.1860  
 $\Sigma u = 114.3306$

0.5099

1.0198  
2.132  
1.2330.4  
4.9326  
1.1128  
6.0454.2

10.8814  
9.7866  
2.06680

1.663  
1.473

$\Delta u_{\text{ini}} = 2.30$

0.4967

2.132  
0.7099.2  
1.4198  
0.7364  
2.562.4  
8.6248  
3.3204  
0.3333  
12.2785

5.844

1.888  
2.357  
1.4245.4  
5.6980  
1.7332  
7.0312

ratio:  $\frac{1}{10} \left(\frac{2}{7}\right)^4 = \frac{16}{10.4850} \approx \frac{1}{1500}$

$\Delta u = 2.32$

rozpraszanie neutronu

$\Delta u_{\text{w}} = 0.77$

$\rho = 3.09$

2.73205

0.50103

$4\pi^2 dr = 2\pi a^2$

43649

15052

0.28597 . 2.3026

57194

85791

572

17

0.65847

3.741592

0.523566

~~0.523566~~

0.18490 . 24

2698

5396

3.2576

U = 3.238. a^2

U = 9.5205 a^2

0.65847

0.26178

0.99669 . 24

79338

158676

9.5206

1 2 5

4 5 8

9 10 13

16 17

25 26

$x^2 + y^2 + z^2$

1 + 0 + 0 | 1 + 1 + 0 | 1 + 1 + 1

4 + 0 + 0 | 4 + 1 + 0 | 4 + 1 + 1

9 + 0 + 0 | 9 + 1 + 0 | 9 + 1 + 1

42+22

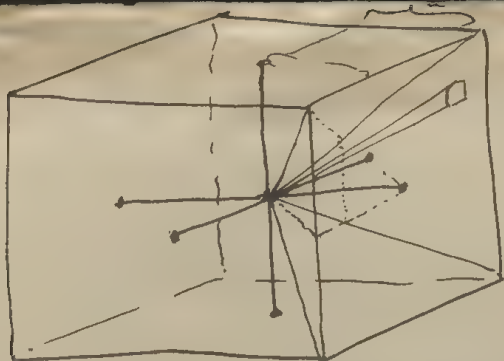
1 + 9

4

9

16

25



$$\int \frac{dw \cdot r \cdot dr}{r^2} = dw \frac{r}{2}$$

$$U = 6 \cdot \frac{1}{2} \int \frac{dy \, dz \, \cos \theta}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} = \frac{1}{2} \int \frac{a \, dy \, dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} = 24a \int$$

$$I = \int \frac{dy}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} = \frac{1}{2} \log(y + \sqrt{a^2 + y^2 + z^2}) \Big|_0^Y = \frac{1}{2} \log(Y + \sqrt{a^2 + Y^2 + z^2}) - \frac{1}{2} \log \sqrt{a^2 + z^2}$$

$$= \frac{1}{2} \log(2 + \sqrt{a^2 + 2z^2}) - \frac{1}{2} \log(\sqrt{a^2 + z^2})$$

$$\frac{1}{2} \log(a^2 + y^2 + z^2) = \frac{1}{2} \log(a^2 + z^2) - \frac{1}{2} \log \frac{a^2 + y^2 + z^2}{a^2 + z^2}$$

$$= \frac{1}{2} \log(a^2 + z^2) - \frac{1}{2} \log \frac{a^2 + y^2 + z^2}{a^2 + z^2}$$

$$I = \int_0^a dz \left\{ \frac{1}{2} \log(2 + \sqrt{a^2 + 2z^2}) - \frac{1}{2} \log \sqrt{a^2 + z^2} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \log(2 + \sqrt{a^2 + 2z^2}) - \int_0^a dz \cdot \frac{1}{\sqrt{a^2 + 2z^2}} \left( 1 + \frac{2z}{\sqrt{a^2 + 2z^2}} \right) \frac{1}{2} \log \frac{a^2 + y^2 + z^2}{a^2 + z^2}$$

$$\int \frac{2z \, dz}{\sqrt{a^2 + 2z^2}} = \int \frac{2z \, dz}{\sqrt{a^2 + 2z^2}} \cdot \frac{2z + \sqrt{a^2 + 2z^2}}{2z + \sqrt{a^2 + 2z^2}}$$

$$\frac{1}{2} \log(x + \sqrt{a^2 + x^2})$$

$$= \int \frac{2z \, dz}{\sqrt{a^2 + 2z^2}} \left( 1 + \frac{2z}{2z + \sqrt{a^2 + 2z^2}} \right)$$

$$= \int \frac{2z \, dz}{\sqrt{a^2 + 2z^2}} + \int \frac{2z^2 \, dz}{\sqrt{a^2 + 2z^2} (2z + \sqrt{a^2 + 2z^2})}$$

$$= \int \frac{2z \, dz}{\sqrt{a^2 + 2z^2}} - \int \frac{2^3 \, dz}{(a^2 + 2z^2) \sqrt{a^2 + 2z^2}} + \int \frac{2^2 \, dz}{a^2 + 2z^2}$$

$$\frac{1}{2} \log \left( \frac{a^2 + y^2 + z^2}{a^2 + z^2} \right) - 1 \, dz$$

$$\frac{1}{2} \log \frac{a^2 + y^2 + z^2}{a^2 + z^2} = \frac{1}{2} \log \frac{a^2 + y^2 + z^2}{a^2 + z^2}$$

$$\int \frac{2^3 \, dz}{(a^2 + 2z^2) \sqrt{a^2 + 2z^2}} = \frac{1}{2} \int \frac{(u - a^2) \, du}{u \sqrt{2u - a^2}} = \frac{1}{2} \int \frac{du}{\sqrt{2u - a^2}} - \frac{a^2}{2} \int \frac{du}{u \sqrt{2u - a^2}}$$

$$\frac{1}{a} \frac{1}{1 + \frac{z^2}{a^2}}$$

$$\int \frac{du}{u \sqrt{2u - a^2}} = \int \frac{du}{u \sqrt{2u - a^2}}$$

$$\frac{1}{a} \arcsin \frac{u - a^2}{u \sqrt{2u - a^2}}$$

$$= \frac{1}{a} \frac{1}{\sqrt{2u - a^2}}$$

$$+ \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{2u - a^2}} \right) \frac{a^2}{2} = \frac{a^2}{4} \frac{1}{\sqrt{2u - a^2}}$$

$$\frac{1}{2} \arcsin \left( 1 - \frac{a^2}{u} \right)$$

$$I = \frac{1}{2} \log(2 + \sqrt{a^2 + 2z^2}) - \frac{1}{2} \log \sqrt{a^2 + z^2} - \frac{1}{2} \arcsin \frac{u - a^2}{u} - z + a^2 \arctan \frac{z}{a}$$

$$- \frac{1}{2} \arcsin \left( \frac{z^2}{a^2 + z^2} \right)$$

Continued

$$- 2 \log \sqrt{a^2 + z^2} + 2 - a \arctan \frac{z}{a}$$

$$= \left[ 2 \log(2 + \sqrt{a^2 + 2z^2}) - \frac{a^2}{2} \arcsin \frac{z^2}{a^2 + z^2} - 2 \log \sqrt{a^2 + z^2} \right] \Big|_0^a$$

$$\arcsin \frac{1}{2} = 30^\circ = \frac{\pi}{6}$$

$$= a \log a (1 + \sqrt{3}) - \frac{a^2}{2} \arcsin \frac{1}{2} + a \left[ \log \left( \frac{1 + \sqrt{3}}{\sqrt{2}} \right) - \frac{\pi}{12} \right]$$

$$- a \log a \sqrt{2}$$

$$U = 24 a^2 \left[ \log \frac{1 + \sqrt{3}}{\sqrt{2}} - \frac{\pi}{12} \right] = 6 H^2 [b \dots]$$



x=1

0.28435 8927 4379  
1925 0680(3) 0274(4)

1.14537.2  
~~1.28009~~  
6836

~~1.14537.2~~

5687 28085  
0370(4) 0190(9)

~~44452~~  
~~22906~~  
~~4911~~

4.7813  
7.7748  
8.7909  
21.3470.2

0818

4911  
1925.

$\Sigma = 42.6790$

0120(7)

0.47067.4

$\int = 38.877$

5485 9515 5000

1.8827

$\Delta = 3.797$

3536 0894/3 0316/2

1.8986

1

4746(5)

4.7813

x=2

0680(3) 0370(4) 0190(9)  
3812 1544  
0240(5) 0142(7)

07040  
1408  
10177  
2425(7.4)

4.7813  
6.86066  
7.40952  
19.05138.2

9864  
0096(92)

0.9703  
64.984

159014

$\Sigma = 38.10276$

(5)

(8) (13)  
64535 32915

1.9437.4  
77748

171514.4  
686056

$\int = 38.877$

0894(3) 0441(9) 0213(4)

115496.4  
61984

$\Sigma = 38.103$

0.774

(4)  $\frac{1}{2\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{4} = 1.4142$

$\frac{\sqrt{2}}{15} = 4.15$   
35355  
4419

035255

x=3

~~0190(9)~~ ~~0142(7)~~ ~~0096(9)~~  
0274(1) 0190(9) 0120(7)

~~0400(5)~~  
~~0818(1)~~  
~~0488(1)~~

0142(7) 0096(9)

1305(1.4)

0.88606-2  
44303  
0.32909

79473  
372364  
11709

8529  
0071(3)

0.52206  
26420

0.78624  
0.03704

10 13 18

5000 8064 70275

$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} = 1.73205$   
17320  
190525

0.9767(65.9)  
8.7909

0.82328.9  
740952

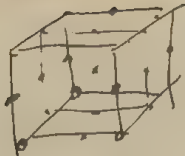
0316(2) 0213(35) 0130(95)

0660(5.4)  
2642

$\frac{1}{27} = 0.1111$   
0.037

$$z = 2\alpha$$

2



$$6 \left( \frac{31}{2^5} - \frac{27}{2^5} \right) + 12 \left[ \frac{31}{(2\sqrt{2})^5} - \frac{27}{2(2\sqrt{2})^5} \right] + 8 \left[ \frac{31}{(2\sqrt{3})^5} - \frac{27}{3(2\sqrt{3})^5} \right]$$

$$\alpha = 2\alpha$$

$$\gamma = 2\alpha$$

$$z = 0$$

$$z = 2\alpha\sqrt{2}$$

$$\frac{2 \cdot 2^4}{(2\sqrt{2})^9} = \frac{2 \cdot 2^4}{(2\sqrt{2})^5 \cdot 2^4 \cdot 4}$$

$$\frac{3 \cdot 2^4}{(2\sqrt{3})^9} = \frac{3 \cdot 2^4}{(2\sqrt{3})^5 \cdot 2^4 \cdot 3^2}$$

$$6 \cdot \frac{4}{2^5} + \frac{12}{(2\sqrt{2})^5} - \frac{3^5}{2} + \frac{8 \cdot 22}{(2\sqrt{3})^5}$$

$$\frac{1}{2^5} \left\{ 24 + \frac{38 \cdot 35}{2\sqrt{2} \cdot 4} + \frac{8 \cdot 22}{9\sqrt{3}} \right\}$$

$$\frac{1}{32} \left\{ 24 + \frac{105}{2\sqrt{2}} + \frac{176}{9\sqrt{3}} \right\}$$

$$\begin{array}{r} 0212 \\ 4515 \\ \hline 5697 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2455 \\ 19275 \\ \hline 05275 \\ 492 \\ \hline 355 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9542 \\ 23855 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ 37.13 \\ \hline 11.29 \\ 72.42 \cdot \frac{1}{32} \cdot \frac{1}{25} \cdot \frac{1}{16} \\ \hline \frac{1}{240} \end{array}$$

$$\alpha = \frac{1}{2}$$

$$\begin{array}{r} + 0.3017 \cdot \alpha^2 \\ + 0.5206 \\ \hline 0.8225 \alpha^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85988 \\ 3802 \\ \hline 4796 \end{array}$$

$$\alpha = \frac{1}{2}$$

$$(2.7056)$$

$$\begin{array}{r} 0.5206 \\ 0.3017 \\ \hline 0.2189 \cdot 4 \\ 2.304 \dots \end{array}$$

$$6 \cdot 1 + 12 \frac{1}{\sqrt{2}} + 8 \frac{1}{\sqrt{3}} +$$

$$\begin{array}{r} 07978 \\ 15050 \\ \hline 92828 \end{array} \quad \begin{array}{r} 90309 \\ 23855 \\ \hline 66453 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 8486 \\ 4619 \\ \hline 19105 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.75218 \\ 97866 \\ \hline 1.33084 \\ 21421 \\ 19105 \end{array}$$

$$\left( \frac{7}{2} \right)^2 - \left( \frac{1}{2} \right)^2 = \frac{8}{4} = 2$$

$$\int u_{0.7} = 2.38045$$

$$\int u_{1.2} - \sum u_i = -0.064$$

$$\begin{array}{r} 19105 \\ 190412 \\ \hline 0064 \end{array}$$

$$(\Delta u_{\frac{1}{2}} = 2.316)$$

Wiederholung des Restes

$$\Delta u = \frac{2}{15} \left( \frac{1}{2} \right)^7 \int_0^{\infty} 30 \frac{dz}{2^5} 4\pi r^2$$

$$\frac{30 \cdot 4\pi}{4 \cdot 2^5}$$

$$= \frac{4\pi}{2^7} r^2 = \frac{\pi}{32} \frac{1}{r^4}$$

$$\begin{array}{r} 08814 \\ 97866 \\ \hline 06680 \end{array}$$

$$u_{\frac{1}{2}} = 11663$$



224

18

21

26

33

42

24

29

36

45

34

41

50

48

57

66

~~0.2357~~

0.2182

0.1961

0.1741

0.1545

0.7429

0.5015

0.2976

0.1324

1.6744.2

0.3488

0.8788

4.2276.4

16.9504

3.9664

0.2500

21.1268

0.2041

0.1857

0.1667

0.1491

0.1715

0.1562

0.1474

3188

1594

0.7443

2441

12205

0.1324

1805

0.9043

0.1232

17

20

25

32

41

2426

0.2160

2000

1768

0.1562

0.9916.4

0.9664

$\alpha=1$

3	6	11	18	27
6	9	14	21	30
11	14	19	26	35
18	21	26	33	42
27	30	35	42	51

0.5229-1 2218 0.9586-2 7447 5686

0.76145-1 0.6109 0.4793 0.37235 0.2843

0.5774 0.4082 0.3015 0.2357 0.1924

0.458 0.539-2 6778 5229

0.5229 0.42695 0.3389 0.26195

0.3333 0.2673 0.2182 0.1826

7272-2 5850 4559

0.3606 0.2925 0.22795

0.2294 0.1961 0.1690

4815 3768

24075 1884

0.1741 1545

29.24

1462

1400

2 5 10 ~~17~~ 26  
6990 3010 0 -1 7696 5850

8495 6505 5000 3848 2925

7071 4472 3162 2425 1961

17091.4

1.1378

0.6679

0.3651

0.1545

2.9253.2

4.6506

1.4542

6.1048.4

24.4792

7.6364

1

330556

25.4  
100  
20  
1  
= 41<sup>2</sup>

11543

25122

42

100

11

213

111

111

111

111

111

111

111

111

111

$x=5$

27

30

35

42

51

33

38

45

54

43

50

59

57

66

75

0.1924

0.1826

0.1690

0.1545

0.1400

0.1741

0.1622

0.1491

0.1361

0.1525

0.1414

0.1302

0.2447

122.05

0.1325

1805

09025

0.1231

1249

06245

0.1154 +

1 4 9 16 25

26 29 34 41 50

1961

1857

1715

1562

1414

8509.4

34036

1.488

1.654

1.888

2.119

2.325

17

23

23

20

14.973

16.750

19.198

21.805

24.419

18

24

26

26

$$\sum u = \frac{2855184}{287.99}$$

$a = 5.5$

74036

148072

597866

245938

$$u = \frac{2855184}{287.99}$$

287.99

$$\pm u - \int u = \underline{\underline{2.5}}$$

0.6461  
0.4474

0.2716

1231

1.4882.2

2.9764

0.7669

3.7433.4

14.9732

2.4036

0.2000

18.5768

21.1268

24.3373

28.2280

33.0556

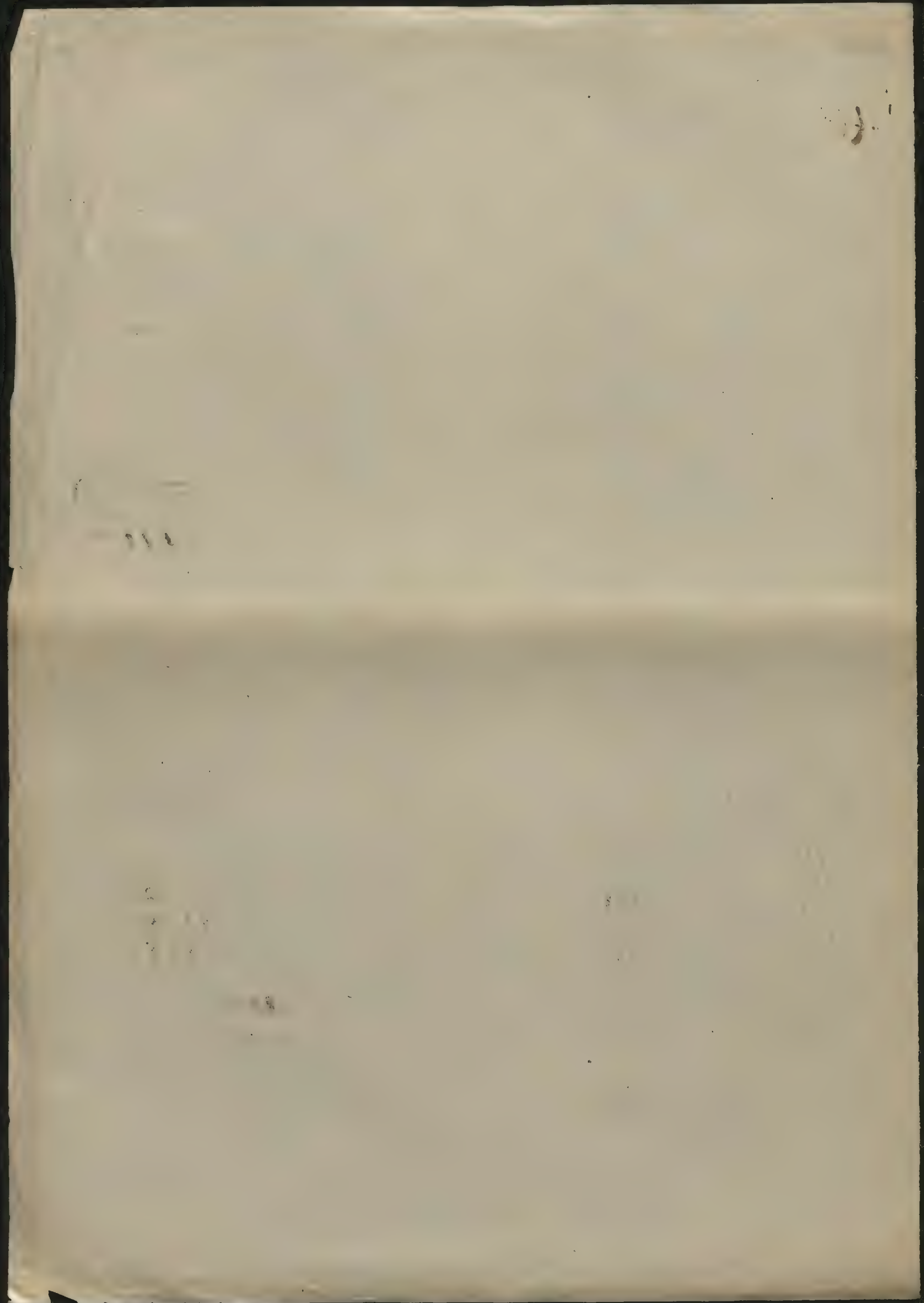
1253245.2

250.6490

34.8694

2855184

287.99





$x=0$	2	5	10	17	26
	5	8	13	20	29
	10	13	18	25	34
	17	20	25	32	41
	26	29	34	41	50

7071    4472    3162    2425    1961  
          8869-1   8861    6690    5396  
          54845   44305   3345    2688  
          3536    2782    2160    1857

12020  
 06799  
 3715  
 1562

24096.2

48192

16146

64338.4

~~1770~~  
2357

6021    4685

30105    23425

2000    1715

257362

91332

348694

4949    3872

24745    1936

1768    1562

3010

1505

1414

$\frac{1}{1}$      $\frac{1}{2}$      $\frac{1}{3}$      $\frac{1}{4}$      $\frac{1}{5}$

1.0000

0.5

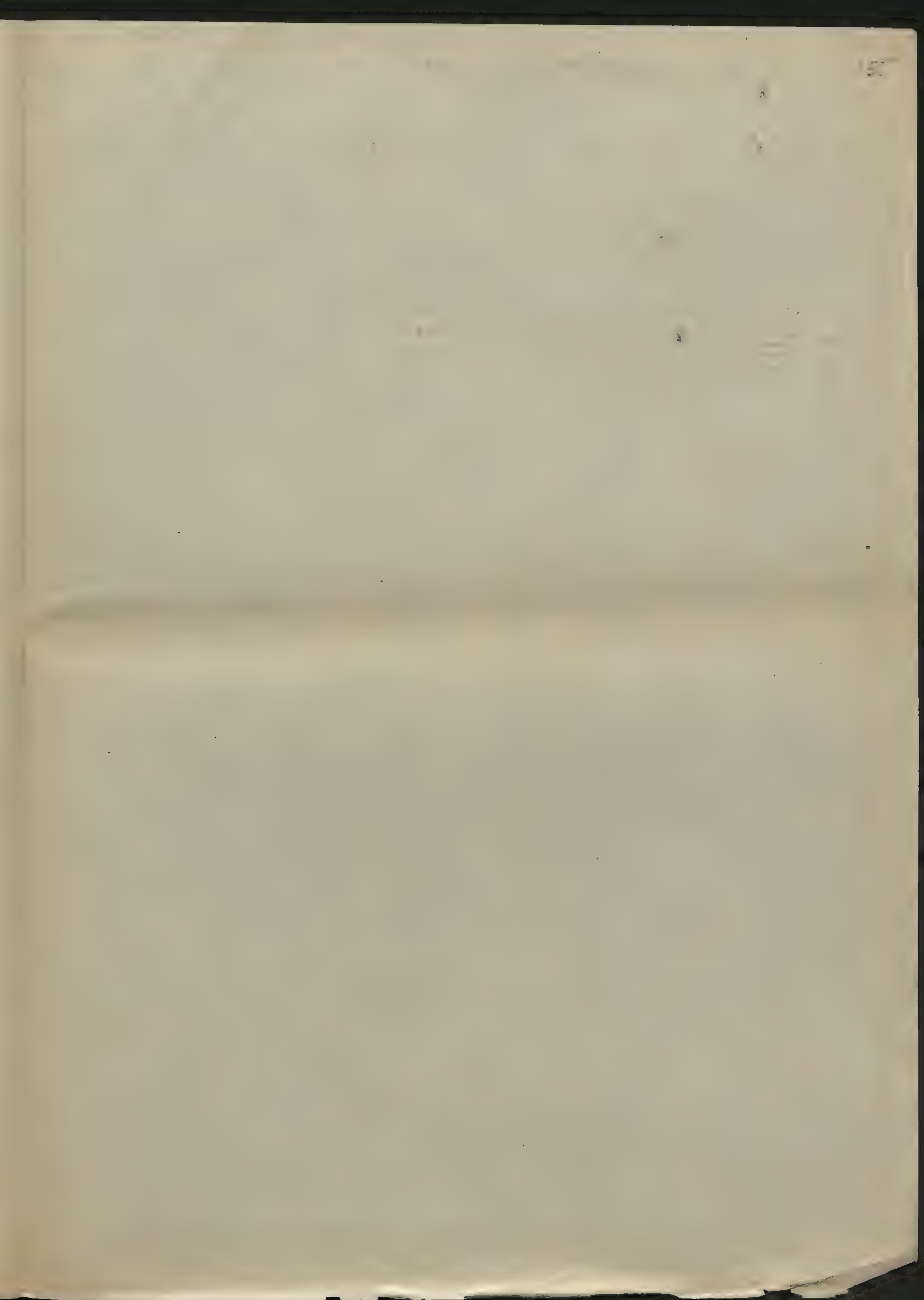
0.3333

0.2500

0.2000

2.2833.4

(1) 1000  
 (2) 1000  
 (3) 1000  
 (4) 1000  
 (5) 1000  
 (6) 1000  
 (7) 1000  
 (8) 1000  
 (9) 1000  
 (10) 1000  
 (11) 1000  
 (12) 1000  
 (13) 1000  
 (14) 1000  
 (15) 1000  
 (16) 1000  
 (17) 1000  
 (18) 1000  
 (19) 1000  
 (20) 1000  
 (21) 1000  
 (22) 1000  
 (23) 1000  
 (24) 1000  
 (25) 1000  
 (26) 1000  
 (27) 1000  
 (28) 1000  
 (29) 1000  
 (30) 1000  
 (31) 1000  
 (32) 1000  
 (33) 1000  
 (34) 1000  
 (35) 1000  
 (36) 1000  
 (37) 1000  
 (38) 1000  
 (39) 1000  
 (40) 1000  
 (41) 1000  
 (42) 1000  
 (43) 1000  
 (44) 1000  
 (45) 1000  
 (46) 1000  
 (47) 1000  
 (48) 1000  
 (49) 1000  
 (50) 1000  
 (51) 1000  
 (52) 1000  
 (53) 1000  
 (54) 1000  
 (55) 1000  
 (56) 1000  
 (57) 1000  
 (58) 1000  
 (59) 1000  
 (60) 1000  
 (61) 1000  
 (62) 1000  
 (63) 1000  
 (64) 1000  
 (65) 1000  
 (66) 1000  
 (67) 1000  
 (68) 1000  
 (69) 1000  
 (70) 1000  
 (71) 1000  
 (72) 1000  
 (73) 1000  
 (74) 1000  
 (75) 1000  
 (76) 1000  
 (77) 1000  
 (78) 1000  
 (79) 1000  
 (80) 1000  
 (81) 1000  
 (82) 1000  
 (83) 1000  
 (84) 1000  
 (85) 1000  
 (86) 1000  
 (87) 1000  
 (88) 1000  
 (89) 1000  
 (90) 1000  
 (91) 1000  
 (92) 1000  
 (93) 1000  
 (94) 1000  
 (95) 1000  
 (96) 1000  
 (97) 1000  
 (98) 1000  
 (99) 1000  
 (100) 1000



$$J_2 = \frac{\rho}{2} \left[ \int dy dz \cos^2 \theta + \int \frac{dx dz}{h} \frac{\rho}{h} \cos^2 \theta + \int dy dx \frac{\rho}{2} \cos^2 \theta \right]$$

$$2a^3 \int_{y=0}^a \int_{z=0}^a \frac{dy dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} + a \int_{x=0}^a \int_{y=0}^a \frac{dx dy \cdot x^2}{\sqrt{a^2 + x^2 + y^2}} + a \int \frac{dy dx \cdot x^2}{\sqrt{a^2 + x^2 + y^2}}$$

$$\int_{x=0}^a \int_0^x \frac{dz}{\sqrt{a^2 + x^2 + z^2}} + \int$$

$$a^3 \int_0^a \int_0^a \frac{dy dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} + 2a \int_0^a \int_0^a \frac{y^2 dz dy}{\sqrt{a^2 + z^2 + y^2}} + a \int \frac{z^2 dz dy}{\sqrt{a^2 + z^2 + y^2}}$$

$$= a \iint \frac{dy dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}}$$

$$J_2 = 4a \int_0^a \int_0^a \frac{dy dz}{\sqrt{a^2 + y^2 + z^2}} = 8a J = \frac{4}{3}$$



Es ist das noch ein weit von dessen Bearbeitung man lehre die wichtigsten Resultate erhoffen kann, da die Theorie hier einen relativ einfachen und direkten Weg zur Erkenntnis der Art und Größe der zwischen den Kolloidteilchen wirkenden Kräfte eröffnet hat. Von der näheren Erforschung des Mechanismus dieser Kräfte, sowie den verschiedenen Umständen, welche deren Auftreten beeinflussen, hängt ja unter anderem auch ein vollständiges Verständnis der Koagulationserscheinungen ab, mit denen wir uns im folgenden Teil beschäftigen werden.

### III. Theorie der Koagulation.

[Vor diesem Vortrag hielt Prof. R. Zsigmondy einen Experimentalvortrag über Koagulation von Kolloiden, mit besonderer Berücksichtigung des kolloiden Goldes. Dabei wurden an schönen hochroten Goldlösungen unter anderem folgende Erscheinungen demonstriert: die Farbänderung rot-violett, welche als makroskopisches Kennzeichen der Koagulation dient, die koagulierende Wirkung von Elektrolytsätzen, deren Konzentration einen gewissen Schwellenwert überschreitet, die Wirkungslosigkeit geringerer Zusätze desselben Stoffes, die Wirkungslosigkeit von Nichtelektrolyten, die Verlangsamung des Koagulationsvorganges bei Verdünnung der Goldlösung. Hierauf folgte der folgende Vortrag.]

#### 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie.

Angeregt durch Herrn Prof. R. Zsigmondy, welcher mir von seinen schönen Experimentaluntersuchungen über Koagulation von Gold-

wird die Wahrscheinlichkeit  $W_1(t)$ , daß bis zur Zeit  $t$  von keinem zweiten berührt sei, dem gesuchten Prozentsatz der  $n_0$  frei gebliebenen Einzelteilchen entsprechen

$$\frac{n_1}{n_0} = W_1(t).$$

Die Berechnung von  $W_1(t)$  wäre vermäÙig einfach, wenn das hervorgehobene einen unbeweglichen Adsorptionskern würde, so daß nur die Zusammenstöße übrigen mit dem gerade hervorgehobenen Betracht kämen, ohne daß aber bei einem Zusammenstoß zweier der nicht hervorgehobenen untereinander eine Verbindung eintrete.

Dann können wir uns nämlich auf den vorigen Vorlesung besprochenen Äquivalenzsatz berufen, demzufolge die durchschnittliche Anzahl der innerhalb eines Zeitraums  $t$  zum ersten Male an eine gewisse Fläche stößenden Teilchen sich nach der gewöhnlichen makroskopischen Diffusionstheorie berechnet läßt, indem man die Verteilung innerhalb unendlich ausgedehnten Mediums berechnet, welches ursprünglich überall gleiche Konzentration besitzt, in welchem aber, vom Zeitpunkt  $t=0$  anfangen, auf der betreffenden Fläche die Konzentration Null aufrecht erhalten wird. Für den hier in Frage kommenden Fall, es sich um eine adsorbierende Kugelfläche (Radius  $R$ ) handelt, haben wir daselbst die Rechnung durchgeführt und haben für den Zeitraum  $dt$  ausgezeichnete Substanzen erhalten:



